SVE 7476

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

12,277

Exchange

July 9, 1894.

KONGLIGA SVENSKA

VETENSKAPS-AKADEMIENS

HANDLINGAR.

NY FÖLJD.

TJUGUÅTTONDE BANDET.

STOCKHOLM, 1895—1896.
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Dated 1896 on back cover

2656
1-63

INNEHÅLL

AF TJUGUÅTTONDE BANDET.

1. Hasselberg, B. Untersuchungen über die Spectra der Metalle im elektrischen Flammenbogen. II. Spectrum des Titans. Mit 3 Tafeln ..... sid. 1— 32.
2. Dusén, P. New and some little known Mosses from the West coast of Africa. I. With 6 plates ..... » 1— 56.
3. Dusén, P. New and some little known Mosses from the West coast of Africa. II. With 1 plate ..... » 1— 44.
4. Olsson, K. G. Ueber die allgemeinen Jupiterstörungen des Planeten (127) Johanna ..... » 1— 56.
5. Törnebohm, A. E. Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad. Med 4 taflor ..... » 1—210.
6. Hasselberg, B. Untersuchungen über die Spectra der Metalle im elektrischen Flammenbogen. III. Cobalt und Nickel. Mit 3 Tafeln ..... » 1— 44.
7. Gullstrand, A. Photographisch—ophthalmometrische und klinische Untersuchungen über die Hornhautrefraction. Mit 7 Tafeln ..... » 1— 64.

JUL 9 1897

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 1.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE SPECTRA DER METALLE

IM

ELECTRISCHEN FLAMMENBOGEN

II. SPECTRUM DES TITANS

VON

B. HASSELBERG.

MIT 3 TAFELN

DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN VORGELEGT DEN 13 FEBRUAR 1895.

STOCKHOLM, 1895
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

1. Von den Spectra der Metalle im electrischen Flammenbogen, deren systematische Durchforschung im hiesigen physikalischen Institut seit einiger Zeit betrieben wird, habe ich in den Schriften der Akademie neulich dasjenige des Chroms eingehend erörtert.[1] Die Untersuchung desselben umfasst diejenigen Theile, welche in einem Spectrographen mit Fernrohrobjectiven aus Glas photographisch aufgenommen werden können, und erstreckt sich demnach von D bis λ 345. Die folgenden Blätter sind demselben Theil des Spectrums des Titans gewidmet. Während nun für Chrom in den weniger brechbaren Theilen nur vereinzelte unbedeutende Linien vorkommen, besitzt Titan in dieser Spectralgegend eine ziemliche Anzahl sehr charakteristischer Gruppen, und es wäre allerdings wünschenswerth gewesen, wenn auch diese hätten hier berücksichtigt werden können. Allein die erheblichen Schwierigkeiten, welche einer befriedigenden photographischen Aufnahme dieser Spectraltheile noch immer entgegenstehen, haben mich bewogen die Untersuchung derselben vorläufig zu beanstanden, da einerseits durch die hier behandelte Partie den Bedürfnissen der Astrophysik in der Hauptsache genügt sein wird, und andererseits es wohl wahrscheinlich sein dürfte, dass in nächster Zukunft die photographische Wiedergabe der weniger brechbaren Strahlungen unter erheblich besseren Verhältnissen als jetzt zu erzielen sein wird.

2. Unsere gegenwärtige Kenntniss der Spectralverhältnisse des Titans beruht so gut wie ausschliesslich auf die vor bald 30 Jahren von THALÉN[2] ausgeführten Untersuchungen. Bei denselben wurde zuerst Titansäure benutzt, wobei indessen im Inductionsfunken nur eine geringe Anzahl äusserst feiner und unsteter Linien beobachtet und mit entsprechenden Sonnenlinien identificirt werden konnte. Dieselben Linien fanden sich später im electrischen Flammenbogen zwischen mit Chlorcalcium getränkten Kohlenspitzen wieder, weshalb um über ihren Ursprung zu entscheiden das Titanspectrum nunmehr mit Hülfe von Titanchlorid erzeugt wurde. Dies Spectrum erwies sich als von Calcium-linien frei und enthielt unter einer grossen Menge scharfer Linien auch die vorher beobachteten, welche folglich dem Titan zugeschrieben werden mussten. Zugleich ergab sich aus dieser Untersuchung, dass die Gegenwart der fraglichen Linien im Calciumspectrum auf einen Gehalt der Kohlenstäbe an Titan zurückzuführen sei.

---

[1] Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd 26. N:o 5. 1894.

[2] Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsal. Ser. III. Vol. VI. 1868.

Die Anzahl der in diesem Spectrum von THALÉN beobachteten Linien zwischen λ 6556 und λ 4163 ist etwa 200, von denen die Mehrzahl im Sonnenspectrum als Absorptionslinien vorkommen. Der Schluss auf die Gegenwart des Titans in der Sonnenatmosphäre ist daher völlig begründet, obwohl die Intensitäten der zusammengehörigen Linien nicht überall einander parallel gehen, ein Verhältniss welcher häufig wiederkehrt auch bei solchen Metallen, welche wie Eisen unzweifelhaft in der Zusammensetzung der Sonne eingehen. Uebrigens wird im Folgenden sich zeigen, dass mehrfach Linien, die bei THALÉN als »breit» notirt sind, in Wirklichkeit aus zwei oder mehreren Linien gebildete Gruppen sind, deren einzelne Componenten jede für sich im Sonnenspectrum entsprechende Linien haben, wodurch das Vorkommen des Metalls in der Sonne eine noch weitere Bestätigung erhält.

3. Da nach THALÉN's Erfahrungen die Titansäure in gewöhnlicher Form zur Erzeugung des Spectrums mittelst des Inductionsfunkens nicht geeignet ist, so wird dies im Bogen wahrscheinlich ebenso der Fall sein. Die Anwendung von Salzen lässt auch verschiedenes zu wünsehen übrig, und ich versuchte daher zumächst das reine Metall in Pulverform zu benutzen. Aber auch dies erwies sich als unbrauchbar, indem beim Schluss des Stromes das Metall im Gestalt eines Feuerregens nach allen Seiten geschleudert wurde, wodurch das Spectrum schon nach wenigen Augenblicken erlosch. Vom Herrn Baron NORDENSKIÖLD erhielt ich dann die Titansäure in Form von *Rutil* und dies Mineral ergab ein überaus befriedigendes Resultat. Ein kleines Bruchstück desselben, in den unteren positiven Krater eingeführt, schmilzt sofort zu einer Perle zusammen, über welche der Bogen sehr ruhig brennt und ein blendend helles, ruhiges und lang andauerndes Spectrum giebt. Zwar lässt sich dabei bedeutende Verunreinigung desselben durch Eisen befürchten; soviel ich aber habe bemerken können hat das von mir benutzte Material nur in ganz unwesentlichem Grade die Anzahl und Intensität der ohnehin vorkommenden, aus dem Kohle stammenden Eisenlinien vermehrt.

4. Nachdem somit die Herstellung eines Titanspectrums von beliebiger Dauer ermöglicht war, konnte zu den Aufnahmen geschritten werden. In Bezug auf die instrumentellen Hilfsmittel, welche dabei benutzt wurden und wegen der angewandten photographischen Methode habe ich zu dem, was in meinen früheren Abhandlungen mitgetheilt worden ist nichts wesentliches hinzuzufügen. Alles ist unverändert geblieben, nur habe ich theilweise die farbenempfindlichen Platten von LUMIÈRE durch solche von ILFORD ersetzt, weil es sich zeigte, dass die letzte LUMIÈRE'sche Sendung den früheren an Feinkörnigkeit erheblich nachstand. Die Platten von ILFORD erwiesen sich in der Beziehung merklich besser, obgleich sie andererseits nicht völlig so brillante Negative lieferten als diejenigen von LUMIÈRE.

5. In Betreff der Ausmessung der Aufnahmen habe ich ebenso wie beim Spectrum des Chroms verfahren. Es wurde somit zunächst ein provisorischer Catalog der zu messenden Linien entworfen, aus welchem durch parallel gehende Vergleichung mit Aufnahmen des Eisenspectrums die Mehrzahl der im Titanspectrum vorkommenden diesem Metall zugehörigen Linien unmittelbar ausgeschlossen wurden. Darauf wurden die eigentlichen Messungen in zwei von einander unabhängigen Reihen, jeder auf verschiedenen Platten ausgeführt und in schon bekannter Weise daraus die definitiven Wellenlängen abgeleitet.

Bei diesen Messungen benutzte ich dieselbe Theilmaschine von PERRAUX wie vorher. Da indessen das zu derselben gehörige alte Mikroskop in mancher Beziehung viel zu wünschen übrig lässt, so wurde dasselbe neuerdings durch ein neues von TOEPFFER in Potsdam bezogenes ersetzt, welches mit Gläsern von ZEISS versehen in jeder Hinsicht vortrefflich erscheint. In erster Linie zeichnet sich dasselbe durch eine vorzügliche Schärfe und Klarheit der Bilder bis zum Rande des sehr grossen Gesichtsfeldes aus, und zwar dermassen, dass meine Aufnahmen, die schon vorher sehr gut erschienen, erst jetzt die hohe Vollendung der Spectra darthun, welche das Rowlandsche Gitter giebt. Vielfach haben sich mit dem neuen Mikroskop sehr enge Linienpaare trennen lassen, die vorher mit dem alten betrachtet von einander nicht unterschieden werden konnten. Ferner lässt sich die Einstellung des Oculars auf das Fadenkreuz mit Hülfe eines schrägen Schlitzes in der Fassung durch Drehen der Letzteren sehr fein bewerkstelligen und das Fadenkreuz selbst ausserdem um die Axe des Instruments drehen, wodurch die Paralleleinstellung mit den Spectrallinien wesentlich erleichtert wird. Die Vergrösserung kann weiter innerhalb der Grenzen 10 bis 18 Mal beliebig verändert werden.

Infolge der grösseren Schärfe der Bilder ist auch die Einstellung auf die Spectrallinien um ein Namhaftes sicherer als vorher. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass man beim Ausmessen einer Platte mit zwei Einstellungen auf jede Linie statt drei wie bisher würde ausreichen können, ohne dadurch an Genauigkeit merklich einzubüssen. Indessen habe ich bisjetzt diese Veränderung nicht vorgenommen, um in der Homogenität der Messungen keine Änderung eintreten zu lassen.

6. Wenn ich in Betreff der im Vorhergehenden berührten Punkte der Untersuchung mich habe kurz fassen können, so erfordert dagegen die Frage von der Eliminirung fremder Linien eine mehr ins Einzelne gehende Besprechung. Es bildet dieselbe den ungleich schwierigsten Theil der Arbeit, und wenn in der Beziehung das Ziel nur angenähert erreicht worden ist, so wird dies nicht befremden. Ich hege jedoch die Hoffnung dass die noch übriggebliebenen Verunreinigungen von nur untergeordneter Bedeutung sein werden.

Die benutzte Eliminationsmethode habe ich schon bei Besprechung des Spectrums des Chroms angegeben. Sowie der Wellenlängencatalog des Titans fertig gestellt war wurde derselbe Linie für Linie mit den entsprechenden definitiven oder provisorischen Catalogen des Eisens, Cobalts, Nickels, Chroms und Mangans verglichen. Alle Linienpaare, welche in Titan und einem dieser Metalle um weniger als 0.10 Å. E. von einander abwichen, wurden darauf auf besonders zu dem Zwecke hergestellten Doppelaufnahmen je zweier Spectra sorgfältig studirt, um über Coincidenz oder Nicht-coincidenz ein definitives Urtheil zu gewinnen und im ersteren Fall aus dem Intensitätsverhältniss den wahrscheinlichsten Ursprung zu bestimmen. Für Calcium und sonstige bereits von KAYSER und RUNGE untersuchte Metalle benutzte ich in ähnlicher Weise ihre Cataloge, aber bisher ohne direkte Vergleichungen der Spectra. Ich betrachte nun:

A) Als *Titan* zukommend:
   a) Alle Linien, welche deutlich von der benachbarten Linie des verglichenen Metalles getrennt sind.
   b) Diejenigen Linien, welche bei voller Coincidenz mit Linien des Vergleichsmetalls bei Titan an Intensität bedeutend überwiegen.

c) Solche Linien, welche bei exacter Coincidenz, in beiden Spectra erhebliche Intensität zeigen und daher als beiden Metallen gehörend angesehen werden müssen.

B) Als *zweifelhaft* diejenigen Linien, welche in beiden Spectra bei völliger Coincidenz beinahe dieselbe Intensität aber von geringem Betrag besitzen, und von denen man daher vermuthen kann, dass sie auf Verunreinigung beider Metalle durch ein drittes zurückzuführen sind.

C) Als *Verunreinigung* des Titans und daher aus dessen Spectrum zu streichen diejenigen Linien, welche bei exacter Coincidenz bei Titan schwach, aber im Vergleichsspectrum intensiv erscheinen.

Von diesen Principien ausgehend bin ich bei den Vergleichungen zu den folgenden Resultaten gelangt:

1. Titan und Eisen.

Wie schon erwähnt, wurde der grösste oder wenigstens der am meisten auffallende Theil der Eisenverunreinigungen schon beim ersten Durchmustern des Spectrums eliminirt. Eine nach Fertigstellen des definitiven Catalogs unternommene Vergleichung mit dem Eisenspectrum von KAYSER-RUNGE ergab jedoch eine nicht unbeträchtliche Anzahl Fälle, in denen Linien der beiden Spectra so nahe identische Oerter zeigten, dass eine erneuerte Vergleichung derselben auf besonderen Doppelaufnahmen der beiden Spectra nöthig erschien. Um bei diesen und ähnlichen Vergleichungen die betreffenden Linienpaare ohne allzu grosse Mühe auffinden zu können, muss wenigstens von dem einen Spectrum eine Zeichnung vorliegen und zu dem Zweck wurden die Originale der dieser Abhandlung beigefügten Tafeln benutzt. Die gewonnenen Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Ti		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
5740.20	2	40.17	1	Fe fehlt
15.30	2.3	15.31	2.3	Fe Spuren. Vielleicht $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$. Die Linie gehört wahrscheinlich sowohl Ti wie Ni.
12.07	2	12.09	1.2	Fe Spuren. Coinc.? Gehört wahrscheinlich Ni u. Ti.
5514.78	3	14.78	1	Fe fehlt.
5481.64	2.3	81.69	2.3	Fe Spuren. Coinc.? Mn hat hier eine Starke Linie.
72.90	1.2	72.95	1.2	Fe fehlt.
38.53	1.2	38.58	1	Fe fehlt. Ti schwach.
09.81	2.3	09.82	1	
5284.61	1.2	84.70	1	
26.70	1.2	26.70	1	
24.46	2.3	24.47	1	
19.88	2	19.83	1	Fe fehlt.
01.32	1.2	01.29	1	
5194.26	1.2	94.27	1	
93.15	3	93.17	1	
73.94	3	73.92	1	
03.39	1	03.44	1	Fehlt auf mehreren Platten sowohl bei Ti wie Fe.

Ti λ	Ti i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen.
5087.24	2.3	87.23	1	
25.72	3	25.67	1	
4977.92	1.2	77.86	1	Fe fehlt.
48.40	1.2	48.45	1	
13.76	3	13.86	1	
4870.28	3	70.21	1	Fe Spuren. Wahrscheinl. getrennt und $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
48.62	2	48.64	1	Fe fehlt.
44.13	1.2	44.20	1	Fe fehlt oder kommt nur als Spur vor.
11.24	2	11.29	1	
4792.65	2.3	92.69	1	Fe fehlt.
4675.27	2.3	75.30	1	
40.60	1	40.51	1	
29.47	2.3	29.51	1	Coinc.? Fe Spuren. Die Linie bei Fe gehört Co.
4594.28	1	94.32	1	Fe fehlt. Ti schwach.
58.28	1.2	58.25	1	Fe Spuren. Coinc.?
48.93	3.4	48.95	1	
36.25	3	36.17	1	Fe fehlt
36.12	3			
35.75	3	35.72	1	
34.97	3.4	35.01	1	Fe fehlt. Die Linien bei Fe und Ni Verunreinigung durch Ti.
34.15	2.3	34.20	1	*Co* hat 34.18 (4) und ist wahrscheinl. von Ti getrennt.
33.42	3.4	33.42	1	Fe deutlich. Coinc. exact. Die Linie coincidirt mit einem Ghost der starken Fe-linie 31.31 und ist ebenso wie die entsprechende im Ni Verunreinigung durch Ti.
27.48	3	27.42	1	Fe Spuren, es scheint $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
4497.90	1.2	97.93	1	Fe fehlt.
96.33	3	96.27	1.2	Fe schwach. Die Linien getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
79.86	2	79.80	1.2	Fe deutlich. Die Linien getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
75.00	2.3	74.94	1	Fe Spuren. Vermuthe $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
71.40	2.3	71.38	1	Fe fehlt.
65.96	2.3	66.02	1	Fe deutlich, möglicherweise $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$. Auch bei *Co* eine Linie. Beide wahrscheinl. Verunreinigung durch Ti.
63.70	2	63.73	1	Fe fehlt.
62.26	1.2	62.18	2.3	Fe bedeutend. Völlig getrennt.
41.86	1.2	41.87	1	Fe fehlt.
32.76	1.2	32.75	1.2	Fe sichtbar. Coinc.?
31.46	2	31.50	1	Fe schwach $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$.
26.24	2.3	26.15	1	Fe fehlt.
18.52	1.2	18.50	1	
11.26	1	11.19	1	?
08.70	1.2	08.61	3.4	Weit getrennt. Intensität d. Fe-lin. zu gross.
07.83	1.2	07.87	3.4	Deutlich getrennt. $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$. $\Delta\lambda > 0.04$.
00.74	1.2	00.79	1	Fe-lin zweifelhaft weil hier ein Ghost d. starken Fe-linie 4404.94 liegt.
4390.11	2	90.17	1.2	Fe fehlt.
88.69	1	88.64	3.4	Deutlich getrennt. $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
84.85	2	84.89	1.2	Wahrscheinl. getrennt. $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$.
79.40	2	79.43	1.2	Fe fehlt. Bei Co auch eine schwache Linie.
67.81	1.2	67.75	1	Deutlich getrennt. $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$. Intensität d. Fe-lin > 1.

Ti λ	Ti i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen.
4346.76	1	46.73	2.3	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$. Intensität d. Fe-lin < 2.3.
38.05	3	38.12	1	K. R. geben für Ca 18.80 Fe fehlt.
25.30	3	25.26	1	
18.83	3.4	18.85	1	
14.50	2.3	14.50	1	Auch bei *Co*, somit Verunreinigung in Co und Fe durch Ti.
01.23	3.4	01.23	1	
4295.91	3.4	95.90	1	
91.07	3	91.06	1	Vielleicht getrennt und $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
90.07	1.2	90.11	1	Fe fehlt.
4288.29	1.2	88.32	2.3	Völlige Coinc.
78.34	2	78.42	1.2	Fe Spuren, Coinc.?
65.42	1.2	65.44	1.2	Fe schwach. Coinc.?
4186.27	3.4	86.27	1	Fe fehlt.
74.61	1.2	74.54	1	
73.66	1.2	73.59	1	Fe deutlich. Getrennt von Ti. $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
72.04	2	72.06	1	Coinc. Fe deutlich aber schwach.
63.80	2.3	63.81	1.2	Vielleicht getrennt und $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$.
61.67	1	61.64	1.2	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
43.99	2.3	44.03	5	Gehört Fe.
34.60	1.2	34.57	1.2	Getrennt. $\lambda_{Ti} < \lambda_{Fe}$.
29.30	1.2	29.35	1	?
11.91	2.3	11.92	1.2	Fe ein wenig brechbarer als Ti.
09.92	1.2	09.95	4	Wie die vorhergehende.
05.31	1.2	05.31	1.2	Fe fehlt.
4099.94	1.2	99.94	1.2	
82.57	2.3	82.62	1.2	Coinc. Fe schwach.
59.07	2	59.06	1	Coinc. Fe intensiver als bei K. R. — Auch schwache Ni-Lin.
55.19	2.3	55.19	1.2	Getrennt aber äusserst wenig. Intensität der Fe-lin 1.2.
53.97	1.2	53.94	1	Vielleicht getrennt und $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
09.05	3	09.04	1	Coinc.? Fe-lin. viel intensiver als hier angegeben.
3998.77	4	98.83	1	Fe fehlt.
81.92	3.4	81.94	3.4	Völlige Coinc., nicht zu trennen.
58.33	3.4	58.36	1	Auch in Ni. Verunreinigung in Fe und Ni durch Ti.
00.68	2.3	00.71	1.2	Coinc. Für Fe $i > 1.2$
3890.11	2	90.09	1	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$. Fe schwach.
74.32	2	74.25	1	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
69.75	1.2	69.76	2.3	Coinc. Stärkere Fe-linien in die Nähe fehlen im Ti-Spectrum.
55.99	1.2	56.07	1	Wahrscheinl. getrennt $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$.
48.48	1.2	48.49	1	Wahrscheinl. getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
46.56	2.3	46.62	1.2	Wahrscheinl. getrennt, er scheint aber $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
29.85	1.2	29.93	1.2	Beide schwach, vermuthe $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$.
27.80	1.2	27.79	1.2	Möglicherweise getrennt.
06.19	1	06.19	1	Zu schwach um beobachtet zu werden.
01.25	1.2	01.22	1.2	
3782.26	1.2	82.30	1	
3759.42	3.4	59.37	1	Fe fehlt.

Ti λ	Ti i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen.
3721.75	2	21.76	1.2	Getrennt $\lambda_{Ti} > \lambda_{Fe}$.
08.82	1.2	08.79	1	Beide fehlen auf d. Vergleichsplatte.
3690.03	3	90.05	1	Coinc.
83.19	1.2	83.25	1	Schwer zu sehen, wahrscheinl. getrennt, sonst Verunreinigung durch Co.
81.38	1.2	81.42	1	Getrennt. Ti scheint zwischen zwei schwachen Fe-linien zu liegen.
77.89	1	77.83	2.3	Getrennt.
71.81	3	71.87	1	Getrennt. $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$. Fe-lin äussert schwach.
69.08	2.3	69.11	1	Coinc. wahrscheinl.
58.22	3.4	58.14	1	Getrennt.
38.10	2	38.05	1	Getrennt. i für Fe > 1.
24.96	2	25.02	1	Coinc.? Vielleicht $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ti}$. Wahrscheinl. hat man 24.90 Ni — 3; 24.96 Ti — 2; 25.02 Fe — 1
21.35	2	21.31	1	Getrennt. $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
19.61	1.2	19.61	1	Ni, Co hat eine starke Linie (5 und 4). Aus Fe u. Ti zu streichen.
14.35	2	14.33	1	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Ti}$.
06.16	1.2	06.12	1	Fe fehlt.
04.39	1.2	04.36	1	Fe fehlt.
03.98	1.2	04.05	1	Fe kaum zu sehen.
3599.25	2.3	99.19	1	Coinc.? Fe-lin. wahrscheinl. getrennt von Ti, Ni.
98.84	2.3	98.92	1	Getrennt.
96.18	2.3	96.10	1	Getrennt.
93.62	2	93.69	1	Fe fehlt. } Die Linien bei Ti sind sicher Cr-linien.
78.84	2	78.87	1.2	Coinc. }
58.66	2	58.69	4	Coinc. Die Ti-lin. bedeutend stärker als andere Linien in der Nähe, welche stärkeren Fe-linien entsprechen.
30.53	3	30.55	1.2	Coinc. In Fe, Ni, Co als Verunreinigung. durch Ti.
26.18	1.2	26.15	1.2	Gehört wahrscheinl. Fe, denn die Intensität d. Fe-linie ist auf d. Vergleichsplatte bedeutend.
24.37	2.3	24.41	1.2	Coinc.
20.16	1.2	20.21	1	Fe fehlt.
05.01	3	05.02	1.2	Coinc.
3493.42	1.2	93.44	1	Fe fehlt.

Aus dieser Tabelle, in welcher des leichteren Vergleiches wegen die Intensitätsangaben von KAYSER und RUNGE auf meine Scale übergeführt sind, ersieht man zunächst, dass ähnlich wie bei Chrom eine namhafte Anzahl der von den genannten Forschern beobachteten schwächsten Eisenlinien bei mir fehlen. Die muthmassliche Erklärung dieser Thatsache würde in einer grösseren Reinheit des von mir benutzten Eisens liegen, falls nicht etwa der Grund des Nichterscheinens derselben bei mir in der Anwendung eines zu schwachen Stroms zu suchen sei. In diesem Fall, — wenn also unter Benutzung grösserer Stromstärke die Linien erscheinen und dabei der Lage nach den Titanlinien genau entsprechen würden, — wären sie in Anbetracht des Intensitätsverhältnisses jedoch in den meisten Fällen als Verunreinigung des Eisens durch Titan aus dem Spectrum des ersteren Metalls zu streichen.

Zur Gruppe *A*, *c* oder beiden Metallen gehörend finden sich die folgenden Linien:

λ	i	
	Ti	Fe
5481.64	2.3	2.3
4288.29	1.2	2.3
3981.92	3.4	3.4
3869.75	1.2	2.3
3558.66	2	4

Von diesen Linien kommt die erste in meinem Eisenspectrum nur als Spur vor. Dagegen besitzt *Mangan* hier eine intensive Linie ($i = 3$), wesshalb die von KAYSER und RUNGE beobachtete Linie eine Verunreinigung des Eisens durch Mangan sein dürfte.

Unter der Gruppe *B* fallen die folgenden Linien, welche ich vorläufig bei Titan beibehalten habe, da es sich z. Z. nicht entscheiden lässt, ob sie einem dritten Metall gehören oder nicht:

λ	i	
	Ti	Fe
5103.39	1	1
4594.28	1	1
4433.76	1.2	1.2
4411.26	1	1
4265.42	1.2	1.2
4129.30	1.2	1
4109.92	1.2	4
3806.19	1	1
3801.25	1.2	1.2
3782.26	1.2	1
3708.82	1.2	1
3526.18	1.2	1.2

Die Intensität der Linie 4109.92 ist bei KAYSER und RUNGE entschieden zu hoch geschätzt, ich finde nur 1.2.

Als Verunreinigung sind neben den schon bei der ersten Durchmusterung entfernten Linien aus dem Spectrum des Titans nur die folgenden Linien zu beseitigen gewesen:

λ	i		
	Ti	Fe	
4143.99	2.3	5	
3683.20	1.2	1	Co
3619.61	1.2	1	Co, Ni
3593.62	2	1	Cr
3578.84	2	1.2	Cr

Von diesen Linien ist nur die erste eine Eisenlinie. Die übrigen gehören weder Titan noch Eisen, sondern Cobalt, Nickel und Chrom und sind demnach als Verunreinigungen aus dem Eisenspectrum von KAYSER und RUNGE zu entfernen.

2. Titan und Cobalt.

Die Vergleichung ergab die in der folgenden Tabelle aufgeführten angenäherten Coincidenzen:

Ti		Co		Bemerkungen.
λ	i	λ	i	
5488.44	2.3	88.37	1.2	Getrennt. $\lambda_{Co} < \lambda_{Ti}$.
5369.81	2.3	69.78	3	Coincidenz. i variabel für Ti.
5283.63	2.3	83.68	1.2	Wahnscheinl. getrennt $\lambda_{Ti} < \lambda_{Co}$.
5013.45	3	13.46	1	Co fehlt.
07.42	4	07.48	1.2	Getrennt $\lambda_{Co} > \lambda_{Ti}$.
01.16	2.3	01.15	1	Co fehlt.
4981.92	4	81.91	1	Co äusserst schwach. Aus Co zu streichen.
28.50	2.3	28.48	3	Coinc. absolut.
4780.15	1.2	80.14	4.	Coinc.
78.44	2.3	78.42	2.3	Vielleicht getrennt $\lambda_{Ti} > \lambda_{Co}$.
71.26	1.2	71.27	3.4	Coinc. exact.
66.48	2	66.57	2	Weit getrennt.
4697.10	2	97.19	1.2	Weit getrennt.
45.36	2.3	45.34	1.2	Co-lin. variabel.
29.47	2.3	29.47	4.5	Coinc. scheint exact. Möglicherweise $\lambda_{Ti} < \lambda_{Co}$.
23.24	3	23.15	2.3	Weit getrennt.
4552.62	3.4	52.60	2	Coinc. exact. i für Co scheint variabel.
49.79	3	49.80	4	Getrennt, aber äusserst wenig.
34.15	2.3	34.18	4	Wahrscheinl. getrennt.
4465.96	2.3	65.95	1.2	Co-lin. variabel. Auch bei Fe eine sahwache Linie.
62.26	1.2	62.17	1.2	Weit getrennt. Die Linie bei Co gehört Fe.
17.88	2.3	17.88	1	Co-linie kaum zu sehen.
16.70	2	16.63	1.2	Deutlich getrennt.
4395.99	1.2	95.99	2	Getrennt, aber wenig.
79.40	2	79.37	1.2	Getrennt. Auch bei Fe.
75.61	1.2	75.70	2.3	Weit getrennt.
01.23	3.4	01.22	1.2	Coinc. exact. Co-linie schwach. Auch bei Fe (1).
4287.55	3.4	87.51	2	Coinc. scheint exact.
4109.92	1.2	09.83	1.2	Co kaum zu sehen, gehört wahrscheinl. Fe.
3936.11	1	36.12	4	Coinc. Aus Ti-spectrum zu streichen.
04.95	3.4	04.93	1.2	Coinc.
3898.68	2	98.64	2	Co-lin. zweifelhaft.
90.12	1.2	90.16	1.2	Coinc.? Vielleicht $\lambda_{Co} > \lambda_{Ti}$.
61.25	1.2	61.30	3	Getrennt. $\lambda_{Co} > \lambda_{Ti}$.

Ti		Co		Bemerkungen.
λ	i	λ	i	
3860.61	1.2	60.56	2	Wahrscheinl. getrennt.
3707.68	1.2	07.61	2	Weit getrennt.
3702.42	2	02.40	2.3	Getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Co}$.
3683.20	1.2	83.18	3.4	Bei Ti variabel.
62.37	2.2	62.33	3	Getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Co}$.
33.60	2	33.51	1.2	Weit getrennt.
19.61	1.2	19.54	4	Coinc. wahrscheinlich.
13.89	2	13.90	1.2	Coinc. Die Ti-lin. variabel.
09.45	1.2	09.46	1.2	
05.46	2	05.49	3	Coinc. Die Linie bei Ti gehört Cr. Die *Co*-Linie muss aber von *Cr* unabhängig sein, weil die beiden Cr-lin. 3593.57 3578.81 bei Co fehlen.
3599.25	2.3	99.27	2	Coinc.
87.27	2	87.30	5	Coinc. Aus dem Ti-spectrum zu streichen.
42.69	1.2	42.73	1	Coinc. unmöglich zu entscheiden.
30.53	3	30.52	1.2	Coinc.
3495.88	2	95.81	3.4	Getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Co}$.

Wie man findet, ist bei der Mehrzahl dieser Linienpaare die Glieder von einander unabhängig. Als beiden Metallen mit einiger Wahrscheinlichkeit gehörend, glaube ich die folgenden Linien betrachten zu können:

λ	i	
	Ti	Co
5369.81	2.3	3
4928.50	2.3	3
4629.47	2.3	4.5

von denen die letzte auch von ROWLAND und zwar mit der Wellenlänge 4629.51 sowohl Titan wie Cobalt zugeschrieben wird. Als zweifelhaft betrachte ich die Linien:

λ	i	
	Ti	Co
3613.89	2	1.2
3609.45	1.2	1.2

wogegen die folgenden Linien als Verunreinigungen des Titanspectrums durch Cobalt aus demselben entfernt worden sind:

λ	i Ti	Co
4780.15	1.2	4
4771.26	1.2	3.4
3936.11	1	4
3683.20	1.2	3.4
3619.61	1.2	4
3587.27	2	5

Die Linie 3683.20 wird von ROWLAND mit der Wellenlänge 3683.21 ausser Cobalt noch Eisen und Vanadium zugeschrieben.

3. Titan und Nickel.

Aus der folgenden Zusammenstellung ersieht man das Ergebniss der Vergleichung dieser beiden Spectra:

Ti λ	Ti i	Ni λ	Ni i	Bemerkungen.
5715.30	2.3	15.30	3	Vielleicht ein wenig getrennt.
12.07	2	12.05	3	Coinc.
5397.28	2	97.30	1	Getrennt $\lambda_{Ti} < \lambda_{Ni}$.
5014.40	4	14.40	1	Coinc.
4864.37	1.2	64.46	1	Getrennt $\lambda_{Ti} < \lambda_{Ni}$.
4799.95	2.3	4800.00	1	Coinc.
4655.82	2	55.87	1.2	Trennung unsicher. Gemeinschaftl. Verunreinigung?
29.47	2.3	29.50	1	Die Linie im Ni-spectrum gehört *Co*.
4560.08	2	60 10	2	Coinc. Ni-lin var.
49.79	3	49.85	1	Die Linie im Ni-spectr. gehört *Co* und ist von Ti getrennt.
34.97	3.4	35.00	1	Die Ni-linie fehlt auf der Vergleichsplatte.
34.15	2.3	34.20	1	Die Linie im Ni-spectr. gehört *Co* und ist wahrscheinlich von Ti getrennt.
33.42	3.4	33.40	1	Ni fehlt. K. R. haben für Fe 33.42 schwach. Ti-linie unzweifelhaft.
06.51	1.2	06.50	1	Ni fehlt.
4481.41	2.3	81.35	1	Ni fehlt.
80.72	2	80.80	2	Coinc. Ni schwach auf d. Vergleichsplatte,
63.70	2	63.60	2	Weit getrennt. Die Ni-linie liegt zwischen Ti 63.70 63.52 von beiden getrennt.
55.48	3	55.50	1	Ni fehlt.
4341.51	1.2	41.57	1	Ni fehlt.
30.85	1.2	30.84	2	Vielleicht getrennt.
18.83	3.4	18.85	1	Ni fehlt. K. R. geben für *Ca* 18.80.
4164.80	1	64.85	1	Coinc. Gemeinsame Verunreinigung?
4064.36	2	64.45	2	Weit getrennt.
59.07	2	59.05	1	Ni-lin. zu schwach um über Coinc. zu entscheiden.

Ti		Ni		Bemerkungen.
λ	i	λ	i	
4058.28	2	58.35	1	Wie die vorhergehende.
25.26	1	25.25	1.2	Ebenfalls.
3998.77	4	98.75	1.2	Coinc. exact. Diese Linien sind wahrscheinlich aus dem Ni-spectrum zu streichen. Die Linie 81.91 gehört Ti und Fe.
89.92	4	89.90	1	
81.91	3.4	81.95	1	
58.33	3.4	58.35	1	
36.11	1	36.10	2.3	Aus Ti zu streichen, gehört wahrscheinl. *Co*.
3861.25	2	61.30	1	Getrennt, $\lambda_{Ti} < \lambda_{Ni}$.
11.56	1.2	11.45	1	Weit getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Ni}$.
3722.70	2.3	22.70	3	Vielleicht etwas getrennt im Sinne $\lambda_{Ti} > \lambda_{Ni}$.
3697.05	1	97.00	1	Coinc.
36.05	1	35.95	1.2	Ni fehlt auf der Vergleichsplatte.
24.97	2	24.90	3	Weit getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Ni}$.
19.61	1.2	19.60	5	Coinc. wahrscheinl. entweder mit Ni oder mit Co 19.54. Aus Ti zu streichen.
13.89	2	13.90	1.2	Die Ni-linie wahrscheinl. ein Ghost und daher zu streichen.
09.45	1.2	09.45	2.3	Ti-Linie variabel. Auf Vergleichsplatte äusserst schwach. Daher zu streichen.
3599.25	2.3	99.25	2	Coinc.
87.27	2	87.35	1.2	Die Linie bei Ni gehört Co (87.30 $i = 5$). Aus Ti zu streichen.
30.53	3	30.45	2	Coinc. Co hat 30.52 (1.2). Gehört wohl Ti.
3495.88	2	95.80	1	Die Linie bei Ni ist die Co-linie 95.81 (3.4) von Ti getrennt.

Zur Gruppe *A*, *c* dürften nur die folgenden vier Linien zu rechnen sein:

λ	i	
	Ti	Ni
5715.30	2.3	3
5712.07	2	3
3722.70	2.3	3
3599.25	2.3	2

von denen die Letzte auch bei Cobalt verkommt. Die vorletzte Linie bestimmt ROWLAND zu 3722.71 und schreibt sie theils Nickel theils Titan und Eisen zu.

Als Verunreinigung des Titans habe ich nur die beiden Linien

λ	i	
	Ti	Ni
3619.61	1.2	5
3609.45	1.2	2.3

zu streichen gehabt, von denen die erste ebenfalls als sehr intensive Linie bei Cobalt vorkommt, die zweite aber als schwache Linie und daher wohl Nickel zugeschrieben werden muss. Dagegen bleiben noch die folgenden Linien als zweifelhaft übrig:

λ	i	
	Ti	Ni
4655.82	2	1.2
4560.08	2	2
4480.72	2	2
4330.85	1.2	2
4164.80	1	1
4025.26	1	1.2
3697.05	1	1

4. Titan och Mangan.

Mit Mangan hat, wie die folgende Tabelle zeigt, Titan verhältnissmässig nur eine geringe Anzahl angenäherte Coincidenzen:

Ti		Mn		Bemerkungen.
λ	i	λ	i	
5481.64	2.3	81.60	3	
4766.48	1.2	66.55	3.4	Völlig getrennt.
4462.26	1.2	62.20	4	Getrennt, $\lambda_{Ti} > \lambda_{Mn}$.
57.59	3.4	57.70	3	Weit getrennt, $\lambda_{Ti} < \lambda_{Mn}$.
55.48	3	55.50	3	Coinc. scheint exact.
4388.22	1.2	88.22	1	Coinc.
4211.85	1.2	11.95	2	Getrennt, $\lambda_{Ti} < \lambda_{Mn}$. $\Delta\lambda < 0.10$.
4166.45	2 —	66.35	1	Fehlt bei Mn.
37.39	2 +	37.40	1.2	Coinc.
31.38	1.2	31.30	2.3	Weit getrennt.
28.20	1.2	28.25	1	Fehlt bei Mn.
23.68	2.3	23.65	1.2	Wahrscheinl. getrennt und $\lambda_{Ti} > {}_{Mn}$.
23.42	1.2	23.40	1.2	Coinc.
4090.73	1	90.75	1 +	Beide Linien fehlen auf d. Vergleichsplatte.
65.23	2	65.20	2	Vielleicht getrennt und $\lambda_{Ti} > \lambda_{Mn}$.
59.07	2 —	59.05	3.4	Nicht zu trennen. Die Ti-lin. vielleicht Verunreinigung.
3982.62	2.3	82.70	2	Weit getrennt.
26.48	2 +	26.55	2.3	Weit getrennt $\lambda_{Ti} < \lambda_{Mn}$. $\Delta\lambda > 0.07$.
04.95	3.4	04.90	1 +	Vielleicht getrennt.
3861.89	1.2	61.85	1.2	Wahrscheinl. getrennt.
60.61	1.2	60.55	1	Mn fehlt auf d. Vergleichsplatte.
34.06	1.2	34.00	3.4	Wahrscheinl. getrennt und $\lambda_{Ti} > \lambda_{Mn}$.
29.81	1 +	29.83	2.3	Scheinen getrennt, aber $\lambda_{Ti} > \lambda_{Mn}$.
3741.19	3	41.15	1	Coinc, Gehört Ti. Die Mn-lin. hat variable Intensität auf verschiedenen Platten.
3685.30	4	85.25	1	Coinc. Aus Mn zu streichen.
41.48	2.3	41.55	1	Weit getrennt.
01.31	1	01.40	1	Getrennt $\lambda_{Ti} < \lambda_{Mn}$. Schwer zu sehen.
3599.25	2.3	99.25	1	Vielleicht getrennt. Die Intensität d. Ti-lin. zu gross.

Als beiden Metallen gemeinsam sind nur die beiden Linien 5481.64 und 4455.48 zu betrachten. Die Linie 4059.07 wird wahrscheinlich Mangan und nicht Titan gehören, während die folgenden Linien noch zweifelhaft erscheinen:

λ	i	
	Ti	Mn
4388.22	1.2	1
4137.39	2	1.2
4123.42	1.2	1.2

5. Titan und Chrom.

Die Vergleichung dieser beiden Spectra hat schon bei der Untersuchung des Spectrum des Chroms stattgefunden. Von den unmittelbar gefundenen angenäherten Coincidenzen erwies sich dabei die Mehrzahl als scheinbar, indem nur in verhältnissmässig wenigen Fällen eine Trennung der Linien sich nicht erreichen liess. Von diesen Linien dürften die folgenden als beiden Metallen gemeinsam anzusehen sein:

λ	i	
	Ti	Cr
5225.15	2.3	3
4295.91	3.4	2.3
4122.31	2	2
3558.66	2	2·3

während die folgenden Linien möglicherweise Verunreinigungen sowohl des Titans wie des Chroms durch ein drittes Metall bilden:

λ	i	
	Ti	Cr
4261.75	2	1.2
3836.22	1	2
3786.44	1.2	1
3696.00	1	1
3556.32	1.2	1

6. Titan und Calcium.

Von den Spectrallinien des Calciums kommen auf meinen Platten nur hie und da einige der intensivsten vor. Ihre Unterscheidung von den Titanlinien bietet jedoch im All-

gemeinen keine Schwierigkeit indem sie gewöhnlich in zugespitzter Form nur in der Nähe der Kohlenspitzen erscheinen. Die Mehrzahl derselben hat daher schon bei der ersten Durchsuchung des Spectrums gleichzeitig mit den Eisenlinien eliminirt werden können. Aus der Vergleichung mit dem Wellenlängencatalog des Calciums von KAYSER und RUNGE ergaben sich somit nur die folgenden Coincidenzen:

Ti		Ca	
λ	i	λ	i
4355.44	1	55.41	4
4318.83	3.4	18.80	5
3653.61	5	53.62	3

wobei die Intensitätsangaben für Calcium wie sonst überall auf meine Scala übergeführt sind. Die erste dieser Linien wird vielleicht als eine Verunreinigung des Titans durch Calcium aus dem Spectrum des Ersteren zu beseitigen sein, während die übrigen wohl beiden Metallen zugeschrieben werden müssen. Die letzte Linie haben KAYSER und RUNGE auch bei Strontium beobachtet, schreiben jedoch dieselbe dem Calcium zu.[1] Ebenso findet sich die Linie 4318.83 von ROWLAND als eine Calciumlinie mit λ 4318.82 aufgeführt.[2]

7. Titan und Strontium.

In den Wellenlängentafeln für Strontium nach KAYSER und RUNGE finden sich die folgenden Linien, welche bei Titan mit nahe identischer Lage wiederkehren:

Ti		Sr	
λ	i	λ	i
5238.77	2	38.76	6
4338.05	3	38.00	4
3467.33	2.3	77.33	2

Die erste Linie ist eine der intensivsten des Strontiums. Die Coincidenz mit der Titanlinie ist jedoch ganz sicher nur zufällig, denn von anderen Hauptlinien des Strontiums wie 5481.15 5404.48 5257.12 5156.37 u. A. findet sich bei Titan keine Spur. In gleicher Weise kann für die beiden übrigen Linien, welche bei Titan scharf, bei Strontium verwaschen und sogar einseitig verwaschen sind, die Coincidenz sicherlich nur zufällig sein.

[1] Spectren der Elemente. IV Abth. p. 31.

[2] Astronomy and Astrophysics 1892, p. 321.

8. Titan und Barium.

Die angenäherten Coincidenzen, welche ich unter Benutzung der Beobachtungen von KAYSER und RUNGE zwischen Linien dieser beiden Spectra gefunden, sind die folgenden:

Ti		Ba		Bem.
λ	i	λ	i	
5381.20	1.2	81.25	1	$\pm$ 0.50 v. n. R.
4900.08	3	00.13	5	.05
4489.24	2.3	89.50	3	.50 v. n. V.
4325.30	3	25.38	2	.05
4291.32	2	91.32	3	.05
3861.89	2	61.87	2	.10 v.
3593.61	2	93·58	3	.15 v. n. R.
3525.28	1.2	25.23	4	.10 v. U.

Von diesen Coincidenzen sind zunächst die erste, dritte und siebente wegen sowohl der grossen Unsicherheit der Wellenlängen der Bariumlinien, wie der einseitigen Verschwommenheit derselben ohne weiteres als ganz zufällig anzusehen. Die Bariumlinie 4900.13 fällt nach ROWLAND zwischen der Titanlinie (λ nach ROWLAND = 00.10) und einer Linie des Yttriums bei λ 4900.31 und ist daher von beiden unabhängig. Die drei Linien 4325.30 4291.32 und 3861.89 scheinen bei beiden Metallen von derselben Beschaffenheit zu sein und dürften, falls die Coincidenz exact ist, wegen der beinahe identischen Intensität wohl beiden Metallen gemeinsam sein. Nur in Bezug auf die letzte Linie konnte man auf eine Verunreinigung des Titans durch Barium denken. Da indessen von den Hauptlinien des Bariums sonst nichts im Titanspectrum bemerkt werden kann, so wird mit Rücksicht auf die bedeutende Unsicherheit in der Lage der Bariumlinie die Coincidenz wahrscheinlich nur scheinbar sein.

9. Vergleichung des Titans mit den übrigen bisher von Kayser und Runge untersuchten Metallen.

Diese Vergleichung zeigt zunächst, dass die Metalle *Magnesium*, *Zink*, *Qvecksilber*, *Aluminium*, *Thallium*, *Blei*, *Antimon*, *Natrium*, *Kalium* und *Cæsium* mit Titan keine einzige Coincidenz besitzen. Dagegen finden sich in den Spectra von *Lithium*, *Rubidium*, *Indium*, *Zinn*, *Wismuth* und *Cadmium* einige vereinzelte, angenäherte Coincidenzen mit Linien des Titans, welche falls sie genau sind jedenfalls nichts weiter darthun, als dass zwei Metalle zufällig einzelne identische Strahlungen besitzen können, eine Thatsache die in den vorhergehenden Vergleichungen schon wiederholt hervortritt. Wegen der gänzlichen Abwesenheit der meisten Hauptlinien der verglichenen Metalle im Spectrum des Titans ist nämlich eine Verunreinigung desselben durch diese Metalle äusserst unwahr-

scheinlich. Die betreffenden Linienpaare finden sich in der folgenden Tafel zusammengestellt, in welcher noch die von KAYSER und RUNGE angenommenen möglichen Fehlergrenzen ihrer Wellenlängen mit aufgeführt worden sind.

	λ	i	λ	i	Bem.	
Titan.	4273.45	1.2	73.44	3	± 0.20 v. n R.	Li.
	3587.27	2	87.23	4	.05 Umgek.	Rb.
	4511.32	1.2	11.44		.10 Umgek.	In.
	3801.25	1	01.16	4	.05	Sn.
	3981.91	3.4	81.92	2	v. n. R.	Cd.
	5298.61	2	98.52	2	.20 v. n. R.	Bi.
	4492.70	1.2	92.79	3	.03	
	3596.17	2.3	96.26	3	.03	
	3510.98	3	11.00	3	.03	

7. Nach diesen Erörterungen gebe ich in der folgenden Tafel die Resultate der im Titanspectrum ausgeführten Wellenlängenbestimmungen. Ähnlich wie bei Chrom enthalten die successiven Columnen die Wellenlängen der Titanlinien, die benutzten Hauptlinien des Sonnenspectrums aus ROWLANDS Catalog,[1] die nach den Zahlen 1 . . . 6 geschätzten Intensitäten der Titan- und Sonnenlinien sowie schliesslich die Bemerkungen, zu denen die Durchmusterung der Platten Veranlassung gegeben haben. Die letzte Columne endlich enthält die auf das ROWLAND'sche System reducirten Bestimmungen von THALÉN.[2]

[1] Astronomy and Astrophysics 1893.

[2] Die Reductionszahlen zeigt die folgende Tabelle, erhalten durch Vergleichung einer grösseren Anzahl (etwa 100) Linien des Eisens nach den Bestimmungen von KAYSER u. RUNGE und THALÉN. Jede Differenz ist das Mittel aus 4—6 Einzelwerthen innerhalb jeder Abtheilung von 100 Å. E. des Spectrums. Die kleinen Schwankungen der Zahlen sind hier, wo es nur auf die Zehntel der Å. E. ankommt, von keiner Bedeutung.

λ	R—Å.	λ	R—Å.	λ	R—Å.
600—590	+ 1.32	530—520	1.09	460—450	0.95
590—580	1.22	520—510	1.11	450—440	0.85
580—570	1.17	510—500	0.96	440—430	0.80
570—560	1.28	500—490	0.80	430—420	0.63
560—550	1.43	490—480	0.90	420—410	0.56
550—540	1.30	480—470	0.84	410—400	0.73
540—530	1.25	470—460	0.88	400—390	0.85

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
5899.56		3	1.2		5900.2
——	**5893**.10				
80.55		1.2	?		
——	**5884**.05				
66.69		3.4	2		66.5
——	**5831**.84				
23.95		1.2	—		
——	**5805**.45				
04.45		3	1	v.	
——	**5791**.21				
5786.21		3	1	v.	
81.04		1.2	1		
74.27		3	1		
——	**5772**.36				
66.56		2.3	1	v.	
62.52		2.3	1	v. Bei Rowland Spur einer ⊙-lin.; nicht auf der Platte.	
57.08		1.2	1.2		
——	**5754**.89				
40.20		1.2	1	s.	
39.69		2.3	1		39.2
——	**5731**.98				
20.70		2	1	s.	
16.71		2	?		
15.30		2.3	2		15.2
14.12		2+	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	
12.07		2	2.3	s.	
08.46		2	?		
02.92		2.3	1		02.7
5689.70		3	1		89.8
——	**5688**.43				
80.15		2	1	⊙-lin. schwach, nicht bei R.	80.3
75.61		3.4	2		75.7
63.16		2	2		
62.37		3	1		62.8
——	**5658**.09				
48.81		2.3	1		48.3
44.37		3	1.2		44.3
				Alle diese Linien liegen innerhalb einer Reihe Cannelirungen, welche mit einer scharfen Kante bei λ 5597.90 anfangen und mit abnehmender Intensität nach Roth verlaufen. Die Cannelirungen sind sämmtlich in Elementarlinien aufgelöst.	
——	**5569**.84				

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
5565.70		3	1		66.0
* 14.78		3	1.2		14.8
* 14.58		3	1.2		
——	**5513**.19				
12.72		3	1.2		13.2
12.00		1.2	?		
04.10		2.3	1		04.2
*5490.38		3	1		90.2
* 88.44		2.3	1		88.1
——	**5487**.96				
82.09		2.3	1		81.5
81.64		2.3	2		
77.92		2.3	1		77.8
74.43		2	1		74.6
72.90		1.2	1.2		
71.43		2	1		71.8
——	**5466**.60				
60.72		1.2	1		
53.88		1.2	1		
49.40		1.2	—		49.3
——	**5447**.12				
46.80		2	2		47.1
38.53		1.2	—		
36.93		1.2	—	s.	
29.37		2.3	—		29.9
26.48		1.2	1		26.3
——	**5424**.27				
19.00		1.2	1.2		19.2
09.81		2.3	1		09.9
04.25		1.2	—		04.4
5397.28		2	2.3	Fe hat 97.34 (K.-R.). Ti scheint mehr brechbar zu sein.	97.3
——	**5397**.34				
96.78		1.2	1		
90.23		2	1		
89.36		1.2	?		
81.20		1.2	2		81.4
69.81		2.3	1.2		70.0
——	**5367**.67				
66.85		1.2	—		
51.28		2	1		51.7
41.68		1	—		
38.54		1	1		38.1
36.96		1.2	2		
——	**5300**.92				

* Der Asterisk bezeichnet, dass die betreffende Wellenlänge aus derjenigen der nächstfolgenden ⊙-linie abgeleitet ist.

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
5300.18		1	1		99.6
5298.61		2	?		
97.42		2.3	1		97.8
95.95		2	1		96.6
89.02		1.2	—		88.9
84.61		1.2	1.2		
83.63		2.3	1		83.9
82.61		1.2	1.2	Die Thalén'schen Linien 72.6 68.3 fehlen.	
——	**5266**.73				
66.20		2.3	1.2		66.1
63.71		1.2	—		64.0
60.18		1.2	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	60.7
56.01		2	—		56.1
52.26		2	1		52.1
51.14		1	1		
47.48		1.2	1		47.4
46.75		1	—		
46.30		1	—		
38.77		2	1		39.6
——	**5230**.01				
26.70		1.2	2		27.1
25.15		2.3	2		
24.71		2	1	Die Linie bei Thalén wird als »large» bezeichnet und umfasst daher wahrscheinlich die ganze Gruppe.	24.1
24.46		2.3	1.2		
23.80		1.2	1		
22.87		2	1		
19.88		2	1	Die Linie 18.6 (Th.) fehlt.	
12.50		1.2	1		
10.55		3	2		10.6
08.08		1.2	1		
06.30		1.2	3	⊙-lin. dpl. Coinc. m. der Componente nach Roth.	06.6
——	**5202**.49				
01.32		1.2	1		01.6
5194.25		1.2	1		
93.15		3	2		93.4
88.87		2	2.3	⊙-lin. dpl. {89.05 . . . Ca. 88.87 . . . Ti.	89.4
86.57		1.2	—		86.2
73 94		3	2		74.1
——	**5155**.94				
52.36		2.3	1.2		52.3
47.63		2.3	1.2		48.1
45.62		2.3	1.2		45.6
33.12		1	—		
29.32		1.2	2.3		29.7

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
——	**5121**.80				
20.60		2.3	1.2		21.0
13.64		2.3	1+		14.1
09.65		1.2	—		09.7
03.39		1	—		03.5
——	**5090**.96				
5087.24		2.3	1		87.5
85.55		1.2	?	Die Linie bei Th. 77.5 fehlt.	
71.66		2	1.2		71.2
69.56		1.2	1		
68.47		1.2	1		
66.12		2	1.2	⊙-lin. vielleicht dpl.	66.5
64.82		3.4	2.3		65.4
64.26		1.2	?		
62.30		2	1		62.3
——	**5060**.25				
54.30		1	—		
53.06		2	1		53.3
45.58		1.2	1		
43.77		2	1		44.4
40.78		2	1		
40.12		3.4	2		40.2
38.55		3.4	2		39.2
36.65		3.4	2		36.6
36.10		3.4	2.3		
——	**5036**.10				
25.72		3	1.2		25.8
25.00		3	1.2		24.8
23.02		3.4	2		22.2
20.17		3.4	2		20.4
16.32		3.4	2		16.3
14.40		4	3		14.3
13.45		3	1.2		13.2
09.81		2	1		
07.42		4	3		07.6
——	**5007**.42				
01.16		2.3	1.2		02.0
4999.67		4	2.3		99.6
97.26		2.3	1.2		
91.24		4	2.3	⊙ hat {91.45. 25.	91.1
89.33		2.3	1.2		89.1
81.92		4	2.3		81.8
——	**4978**.78				
78.39		2	1.2		78.6
77.92		1.2	1.2		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4975.52		2.3	1.2		76.0
73.25		2	2		73.0
68.75		2	1		68.5
64.90		2—	?		65.3
48.40		1.2	1		47.8
41.77		1.2	—		
38.51		2	—	Ganz nahe einer ⊙-lin. aber etwas nach Roth verschoben.	
37.94		1.2	—		38.0
——	**4934**.24				
28.50		2.3	1.2		28.3
26.31		1.2	?		25.8
25.53		1.2	1		
21.90		2.3	1.2		21.6
19.99		2.3	1		19.8
15.40		1.2	—		
13.76		3	1.2	⊙-hat 13.75 14.05.	14.0
11.38		1.2	1.2		
——	**4903**.48				
00.08		3	1.2		00.1
4893.62		1	—		
93.25		1.2	—		
92.03		1.2	—		
——	**4890**.94				
85.25		3.4	2		85.4
82.53		1	—		
81.08		1.2	1	⊙-lin. unsicher. 73.9 (Th.) fehlt.	
70.28		3	1.2		69.9
68.44		3	1	⊙ dpl. {68.55. 40.	68.4
64.37		1.2	—	⊙ hat 64.45, keine Coinc.	
——	**4859**.93				
56.18		3	1.2		55.9
48.62		2	1		48.9
44.13		1.2	—		
41.00		3.4	2		40.9
36.25		2	1.2		35.9
27.74		1.2	1		
25.63		1.2	1		
——	**4824**.31				
20.56		3	1.2		20.4
19.20		1.2	—		
12.40		1.2	—		
11.24		2	1		
08.70		2	1		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4805.56		2.3	1.2		05.2
05.25		1.2	2.3	⊙ dpl. Welche Componente?	
——	**4805**.25				
4799.95		2.3	1.2	⊙ enge Dpl. {4800.05. . Fe. 4799.95. . Ti.	
98.13		2	1		98.3
96.36		2	1.2		
92.65		2.3	2		92.4
——	**4783**.60				
81.91		2	1		
78.44		2.3	1.2		
69.94		2	1		
66.48		2	?		
59.44		3	2		59.3
59.08		1.2	1		
58.30		3	2		57.8
——	**4754**.22				
47.84		2	1		
42.94		3	1.2		42.6
42.28		2	?	Vielleicht eine schwache ⊙-lin.	
34.83		1.2	1		
33.58		2	1		
31.33		2.3	1		
——	**4727**.62				
23.32		2.3	1.2		23.6
22.77		2.3	1.2		
15.46		2	1		
10.34		3	1	⊙-lin. enge Dpl. {10.44 . . Fe. 34 . . Ti.	09.8
— —	**4703**.98				
4698.94		3	1.2		98.9
97.10		2	?		
93.83		2.3	1		
91.50		3	3	⊙-lin. sehr enge Dpl., hier nicht zu trennen. Ti entspricht der Comp. n. Viol. K.-R. haben 91.59 = Fe.	91.5
90.97		2	—		
88.56		1.2	1		
87.97		1.2	—		
87.08		1.2	—		
84.68		1.2	1		
82.08		3.4	2		82.4
— —	**4679**.02				
75.27		2.3	1.2		
68.54		1.2	?	Vielleicht eine sehr schwache ⊙-lin.	

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
—	**4668**.30				
67.76		4	2.3	⊙-lin. intens. Dpl. {67.75 Ti / 60 Fe} K.-R.: 67.63.	67.4
57.35		1.2	1.2		
56.60		3.4	2		56.9
56.20		2	1		
55.82		2	1		
50.16		2.3	1		
45.36		2.3	1.2		44.9
40.60		1	1		
40.11		2.3	2		
39.83		2.3	2		39.7
39.50		2 3	2		
38.04		1.2	1		
——	**4637**.67				
37.34		1	1		
35.71		1.2	1		
35.04		1.2	2		
34.87		1.2	1.2		
29.47		2.3	2.3		29.9
23.24		3	2		23.9
19.67		1.2	1.2		
17.41		3.4	2		17.6
14.47		1	—		
—	**4611**.44				
09.55		1.2			
4599.40		2	1		
94.28		1	1.2		
90.11		2	2		
——	**4578**.72				
75.71		1	—		
72.15		3	2.3		72.4
71.07		1.2	—		
63.94		2.3	2.3		64.1
——	**4563**.94				
63.60		1.2	1		
62.80		2	1		
60.08		2	1		
58.28		1.2	1.2		
58.02		1.2	—		
55.64		3	2		56.2
52.62		3.4	2	⊙-lin. enge Dpl. {52.72 Fe / 62 Ti} K.-R.: 52.73. (Fe).	52.7
49.79		3	2·3	⊙-lin. tripl. 49.94. 79 . . Ti / 60 . . Fe K.-R.: 49.64 (Fe).	49.8
48.93		3.4	2		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4544.83		3.4	2.3		44.4
——	**4536**.25				
36.25		3	2.3		36.5
36.12		3	2.3		
35.75		3	2.3		
34.97		3.4	2.3	Diese Gruppe bildet bei Th. eine breite nicht auflösbare Bande. »Très large.»	
34.15		2.3	3		
33.42		3.4	2.3		33.0
27.48		3	2.3		27.1
22.97		3	2		22.9
18.84		2	1		
18.18		3.4	2		18.4
15.76		1.2	—		
12.88		3	2		12.4
11.32		1.2	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	
——	**4508**.45				
08.21		1	—		
06.51		1.2	1		
03.92		2	1		
01.43		3	2.3		01.6
4497.90		1.2	1.2		
96.33		3	2		96.9
95.19		3	1	⊙-lin. deutlich, fehlt bei R.	
——	**4494**.72				
92.70		1.2	1	⊙-lin. deutlich, fehlt bei R.	
89.24		2.3	1.2	⊙-lin. enge Dpl. {89.35. / 25.}	
88.47		1.2	2		
82.84		2	2		
81.41		2.3	2		81.8
80.72		2	1.2		
79.86		2	1	⊙-lin. ein schwacher Begleiter zu 79.80.	
75.00		2.3	1		
71.40		2.3	1.2		
71.00		1.2	2		
69.32		1	1.2		
——	**4468**.65				
68.65		3	2.3		69.3
65.96		2.3	1.2		
64.60		1.2	2		
63.70		2	1		
63.52		2	1.2		
62.26		1.2	—		
59.62		1	—		
57.59		3.4	2	⊙-lin. dpl. {57.70 / 60}	58.3

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4455.48		3	2		55.8
53.87		2.3	1.2		
53.48		3	2		53.3
51.40		1.2	1	⊙-lin. fehlt bei R.	
51.07		3	2		
50.66		2	2		50.3
49.32		3	2		
——	**4447**.90				
44.72		1	2		
44.41		1.2	1.2		
43.97		3	3		43.8
43.16		1.2	1		
41.86		1.2	2		
41.45		2	1		
40.49		2.3	1		
38.38		1.2	?		
36.75		2	1		
34.54		1	1		
34.15		3	1.2		
33.75		1.2	1		
32.76		1.2	2		
31.46		2	—		
30.55		2.3	1		
30.19		1.2	1		
27.28		4	2.3		27.6
26.24		2.3	1.2		
26.01		1.2	1	⊙-lin. enge Dpl. {26.00. 25.90.	
——	**4425**.60				
24.58		1.2	—		
23.00		2.3	1		
21.92		2	1		
18.52		1.2	2		
17.88		2.3	2.3		18.6
17.46		3	1.2		
16.70		2	1.2		
14.29		1	1		
12.61		1.2	1	Die Linie 11.8 (Th.) fehlt.	
09.71		1	1.2		
09.41		1	1.2		
08.70		1.2	2.3	⊙-lin. enge Dpl. {08.70. 60.	
08.39		1.2	2		
——	**4407**.85				
07.85		1.2	2.3	⊙-lin. enge Dpl. {07.95. 85.	
05.86		2	1		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4405.07		2	?	Im Schatten von 04.95 zwischen dieser Linie und deren Begleiter 05.15. Die Linie 04.95 = Fe auf der Platte kaum sichtbar.	
04.57		2	1		
04.42		3	1.2		03.8
00.74		1.2	1.2		
4399.92		2.3	2.3		99.3
95.99		1.2	2		
95.17		3.4	3		
94.19		1.2	—		
94.04		3	1	⊙-lin. gehört einer schwachen Tripl.	93.8
90.11		2	2		
88.69		1	?		
88.22		1.2	?		
87.00		1	1.2		
84.85		2	2	⊙-lin. enge Dpl. {84.95. 85.	
79.40		2	3		
——	**4376**.10				
75.61		1	?		
74.97		1	1.2		
72.54		2	1		
69.82		2.3	?		
69.11		1.2	?		
67.81		1.2	2	⊙-lin. intensive Dpl. {67.80. 70.	
61.31		1	—		
60.60		2	2		
55.44		1	1		
54.20		1.2	?		
53.01		1	—		
50.99		1	1		
46.76		1	2		
46.26		2	1		
44.47		1.2	2		
43.93		1	—		
——	**4343**.98				
41.51		1.2	2		
38.62		1	1		
38.05		3	2.3		38.3
34.98		1.2	1	⊙-lin. die mittlere einer schwachen Tripl.	
30.85		1.2	2		
27.12		1.2	1		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4326.50		3	1.2		
25.30		3	1.2	Thalén »large».	24.3
21.82		3	1.2		
21.12		1.2	2		20.8
18.83		3.4	3	Auch eine starke Ca-lin. K.-R.: 18.83.	18.8
——	**4318**.83				
16.96		2	1.2		
15.15		2	2	⊙-lin. enge Dpl. {15.28 . Fe. 15 . Ti.	
14.95		3.4	2		
14.50		2.3	1.2	⊙-lin. sehr enge Dpl. {14.50 40	14.3
13.01		3	2.3		13.3
11.80		1.2	?		
08.64		1.2	?		08.3
06.07		4	2.3		06.0
02.08		2.3	2		
01.23		3.4	3		
00.73		3.4	2	Thalén hat diese sieben Linien als breite Bande beobachtet.	
00.19		3	2		99.8
4299.79		3	1.2		
99.38		3	2		
98.82		3.4	1.2		
95.91		3.4	1.2		95.6
94.28		3	3.4	⊙-lin. vielleicht dpl. K.-R. geben bei 94.33 eine starke Fe-lin.	94.4
——	**4293**.24				
91.32		2	2		
91.07		3	3	»large» (Th.).	91.3
90.37		2.3	2.3		
90.07		1.2	1.2		
89.23		3.4	2		
88.29		1.2	1.2		
87.55		3.4	2		87.6
86.15		3.4	2		
85.15		2.3	2		
82.85		3	1.2	⊙-lin. enge Dpl. Coinc. mit der Comp. n. V.	82.6
81.49		2.3	1		
80.17		1.2	1.2		
78.95		1	—		
78.34		2	2.3		
76.55		2	1	⊙ hat eine schwache Tripl. {76.55. 35. 15.	
74.73		3	1.2		73.6
73.45		1.2	2		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4272.57		2	?		
70.30		2	1.2		
——	**4267**.94				
66.37		1.2	1		
65.85		1.2	1		
65.42		1.2	2		
63.28		3	1.2		63.6
61.75		2+	?	Zwischen den ⊙-lin. 61.65 61.90.	
60.91		1	2		
58.68		2	1	⊙-lin. Tripl. {58.68. 80. 95.	
56.18		2.3	1		
——	**4254**.49				
51.93		2	1		
51.77		2	1		
49.29		2	?		
45.66		1.2	—		
38.00		2.3	1		37.1
27.80		2	?		
24.96		2	?		
——	**4215**.65				
11.85		1.2	1		
03.58		2	1	⊙-lin. äusserst schwach.	
00.88		1.2	1	⊙ hat eine breite Bande von feinen Linien; unmöglich aufzulösen.	
4188.84		2	?		
86.27		3.4	1.2		85.6
——	**4185**.05				
83.45		1.2	1		
74.61		1.2	1		
74.20		1	1		
73.66		1.2	2	⊙-lin. enge Dpl. 73.66 . Ti. 55.	
72.04		2	2		
71.15		2.3	1	⊙ hat {71.15 . . . Ti. 00 . . . Fe.	71.6
69.46		2	1		
66.45		2	1		
64.80		1	1		
64.27		1.2	1		
63.80		2.3	2		63.6
61.67		1	2		
59.79		2.3	1		
——	**4157**.94				
51.11		2.3	1		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4143.16		1.2	?	v. Eine Gruppe feiner ⊙-Linien liegt hier, Coinc. unmöglich zu entscheiden.	
37.39		2.3	1	v.	
34.60		1.2	2	⊙-lin. dpl. {34.60. 50.	
31.38		1.2	?		
29.30		1.2	1.2		
28.20		2	?		
27.67		2.3	?	⊙ hat 27.75 = Fe. Diese Linie hat vielleicht einen schwachen Begleiter 27.69.	
23.68		2.3	1.2	v.	
23.42		2	1.2	v.	
22.31		2	1		
——	**4121**.96				
21.79		1.2	—	s.	
16.64		1.2	1.2		
15.32		2	2	s.	
12.86		2.3	1.2	ss.	
11.91		2.3	2	s.	
09.92		1.2	2.3	Auch Fe.	
05.31		1.2	1.2		
01.08		1	1		
4099.94		1.2	1.2	s.	
99.32		2	1		
95.65		1	1		
92.83		1.2	2		
90.73		1	1.2		
——	**4088**.71				
82.57		2.3	2	ss.	
79.85		2	?		
78.61		3	1.2	⊙-lin. dpl. {78.61 . . . Ti. 50 . . . Fe.	
77.30		1	1		
76.50		1	—		
74.50		1	—		
65.23		2	2	ss.	
64.36		2	1	ss.	
——	**4062**.60				
60.42		2.3	1.2		
58.28		2	?	v. ⊙ hat 58.37 (Fe).	
57.76		1.2	?	v. Im Schatten von 57.60.	
55.18		2.3	2	Auch eine schwache Fe-lin.	
53.96		1.2	1.2		
——	**4048**.88				
35.98		2	—		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
4035.05		1.2	1	Gruppe äusserst schwacher ⊙-lin., nicht bei R.	
34.05		1.2	1	⊙-lin. äusserst schwach, nicht bei R.	
30.60		2.3	—	v.	
——	**4029**.79				
28.48		1.2	2		
27.66		1.2	—		
26.64		2.3	—	v.	
25.26		1	2		
24.71		3	2		
21.98		2.3	—	v.	
17.93		2	—		
17.13		1	—		
16.44		1.2	—	v.	
15.56		2	–	v.	
13.72		2.3	—	v.	
12.55		1.2	2	s.	
09.80		2	–	Zwischen den ⊙-lin. 09.87 (Fe) und 09.70.	
09.06		3	2		
08.20		2	—	v.	
07.38		1.2	—	v.	
06.14		1.2	—	v.	
03.99		2	—	v.	
——	**4003**.91				
02.63		2	—	v.	
3999.53		1.2	—	v.	
98.77		4	2.3		
94.84		1.2	—	v.	
89.92		4	2	⊙-lin. enge Dpl. {90.00 . Fe. 89.92 . Ti. K.-R.: 90.01.	
85.76		1.2	—	v.	
85.57		1.2	—	v.	
84.48		1.2	—		
82.62		2.3	1.2	⊙-lin. enge Dpl. {82.70. 62.	
81.91		3.4	2	Auch bei Fe eine unbedeutende Linie.	
——	**3971**.48				
64.40		2.3	2	ss.	
62.98		2.3	1.2	ss.	
58.33		3.4	2		
56.45		3.4	2	⊙ hat hier eine klare Gruppe {57.10 56.75 55 45 Fe. Ti.	

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
3948.80		3.4	1.2	⊙ hat eine Tripl. {49.00. 48.90 . Fe. 80 . Ti.	
47.90		3	1.2	⊙-lin. enge Dpl. {47.90. 80.	
——	**3942**.55				
38.18		1	1		
34.37		1.2	?		
30.02		2.3	1.2		
26.48		2.3	1		
24.67		2.3	2		
——	**3924**.67				
21.56		2	1.2		
19.95		1.2	1		
16.27		1.2	—		
16.00		1.2	?		
14.86		1.2	1	s.	
14.45		2.3	2		
13.58		2.3	2.3		
11.34		2	1	v.	
04.95		3.4	2.3		
01.13		2.3	1.2		
00.68		2.3	3	Auch eine unbedeutende Fe-lin.	
3898.68		2	1	ss. ⊙ hat {98.68. 58.	
——	**3897**.60				
95.42		3.4	1	Coinc. unsicher.	
90.12		2	1.2	s. ⊙-lin. dpl. {90.12. 06.	
88.20		2	1	v. Zwischen zwei Wismuth-linien {88.34. 05.	
83.02		3.4	2	v.	
82.49		2.3	2.3	v.	
82.28		3	2.3	v.	
81.58		1.2	2.3	⊙-lin. scheint Tripl., die Ti-lin. liegt auf der rothen Kante.	
77.75		1.2	—	v.	
75.44		3	2	v. ⊙ lin. dpl. {75.55 45} Coinc. nicht ganz sicher.	
——	**3875**.23				
74.32		2	?	Fällt in der Schattirung von 74.10.	
73.40		2.3	—	v. Am Rande d. ⊙-lin. 73.25 (Co, Ni).	
70.28		1.2	2		
69.75		1.2	2.3	⊙-lin. klar, scharf, vielleicht dpl. — Auch bei Fe eine Linie.	

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén
3869.47		2.3	—	v.	
69.13		1	—		
68.56		2.3	1.2	v.	
67.92		2	1	v. Coinc. nicht völlig sicher.	
66.60		3	1.2	v.	
66.17		1	2		
64.66		1	1.2		
62.98		2.3	1	v.	
61.89		1.2	1.2	v.	
61.25		2	?	Zwischen den ⊙-lin. {61.30. 20.	
60.61		1.2	1		
58.26		2.3	1.2	v.	
58.04		1.2	1.2		
55.99		1.2	2		
53.87		2.3	1	v.	
53.18		2.3	1	v.	
48.48		1.2	1.2	ss	
46.57		2	2	Auch bei Fe.	
45.28		1.2	1.2		
——	**3843**.40				
42.77		1	—	Coinc. nicht m. d. ⊙-lin. 42.82.	
41.79		1	—		
40.90		1	1		
40.48		1	—		
36.90		2	1.2		
36.22		1.2	2	s.	
34.06		1.2	?	Scheint nicht mit d. ⊙-lin. 34.10 zu coinc.	
33.80		2	1	s.	
33.33		2	1	s.	
29.87		1.2	?	Fällt in einer intensiven Bande d. ⊙.	
28.31		2	2		
28.16		1.2	1	Im Schatten d. starken ⊙-lin. 27.95 (Fe).	
27.80		1	?		
27.61		1	?		
27.12		1.2	1		
23.03		1	1.2		
22.16		2.3	1.2	s ⊙ hat eine Tripl. {22.16 Ti. 22.06 Fe. 21.86 Ti.	
21.86		1	1.2		
——	**3821**.32				
18.38		2	1.2	⊙-lin. dpl. {18.50. 40.	
17.78		2	2	⊙-lin. wahrscheinl. dpl. {17.90. 78.	

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
3815.01		1.2	1	⊙-lin. Begleiter zu 14.90.	
14.72		2	2	⊙-dpl. {14.72 / 60} Fe, Ti K.-R.: 14.73.	
13.54		1.2	2	⊙ Tripl. {13.65. 54. 42.	
13.42		1.2	1		
11.56		1	1		
07.93		1	—		
07.37		1	—		
06.60		1	1		
06.19		1			
05.64		1	1		
05.25		1	-		
01.73		1	1		
01.25		1.2	1	ss.	
3798.47		1.2	1	s.	
96.06		2	1		
——	**3794**.02				
89.46		2	?		
86.44		1.2	1 2		
86.20		2.3	1	⊙ hat eine Tripl. {86.34 Fe. 20 Ti. 12 Fe. K.-R.: {86.37. 14.	
82.26		1.2	1.2		
76.20		1	1.2		
—	**3770**.12				
71.80		2.3	1.2		
66.60		1	1		
62.01		1	2		
61.46		3.4	3	⊙-lin. wahrscheinl. dpl.; Coinc. m. d. Componente n. V.	
59.42		3.4	3		
57.82		2	2	ss.	
53.75		2.3	2.3	Auch eine mittelstarke Fe-lin.	
53.00		3.4	2		
48.26		2	?		
-	**3747**.09				
41.78		2	2	s. ⊙ hat {41.78. 65.	
41.19		3	2		
39.17		1.2	—		
35.84		1.2	1		
33.96		1 -	1		
29.92		3.4	2.3		
25.28		2 3	2		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
3724.70		2.3	2		
22.70		2.3	4	Auch bei Fe eine mittelstarke Linie.	
21.75		2	2	⊙-lin. gehört einer Gruppe von 5 dicht stehenden Linien.	
17.53		1.2	2		
——	**3716**.57				
10.10		2	1.2		
08.83		1.2	—		
07.68		1.2	2	⊙-lin. dpl. Mit welcher Comp.?	
06.37		1.2	2		
04.84		1	1.2		
04.42		2	1.2	⊙-lin. dpl. {04.50. 42.	
03.13		1	—		
02.42		2	2	Coinc. nicht sicher.	
00.22		1.2	—		
3698.33		1.2	—		
97.05		1	1		
——	**3695**.19				
94.58		2.3	1		
92.35		2	—	v. Ti?	
90.04		3	1.2		
88.19		1	1		
87.48		2	?	Am Rande d. starken ⊙-lin. 87.63. K.-R.: 87.64.	
86.10		2	—	Coinc. nicht mit 86.15 (Fe). K.-R.: 86.16.	
85.30		4	3	v.	
——	**3684**.25				
81.38		1.2	1.2		
79.88		2	1	v.	
77.90		1	—		
71.82		3	1.2		
69.08		2.3	2	⊙-lin. enge Dpl. Trennung unmöglich.	
66.71		1	1.2		
63.82		1	1	⊙-lin. deutl. nicht bei R.	
62.37		2.3	2.3		
60.75		3	1.2		
59.91		2.3	2.3	ss.	
—	**3658**.68				
58.22		3.4	2.3	⊙-lin. enge Dpl. {58.20. 25.	
54.72		3	2	⊙-lin. enge Dpl. {54.72. 80.	
53.61		5	2	vv.	

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
3646.32		2.3	1.2	ss.	
44.87		2	2	⊙-lin. enge Dpl. {44.95. 87 Ti.	
42.82		5	2.3	vv. ⊙-lin. Dpl. {42.92. 82 . . Ti.	
41.48		2.3	2	ss.	
——	**3640**.53				
38.10		2	—		
36.05		1	1		
35.61		4.5	2	vv.	
35.33		2	2		
33.60		2	1		
26.22		1.2	1	ss. ⊙-lin. dpl. {26.30. 22.	
24.97		2	2	ss. ⊙-lin. dpl. {25.00 Ti, Fe. 24.87 Ni. K.-R.: 25.01.	
23.25		2	—	v. Dicht bei 23.40 (Fe).	
21.37		2	2	v. ⊙-lin. dpl. {21.37. 20.	
20.15		1	1		
14.35		2	—	v.	
13.89		2	?	Am Rande d. ⊙-lin. 13.95.	
12.40		1.2	—	v.	
——	**3612**.21				
10.29		3	3	Ti scheint etwas an d. Seite d. ⊙-lin. zu liegen.	
09.72		1+	—		
07.26		2	1	v.	
06.18		1—	?	Vielleicht eine schwache ⊙-lin.	
05.46		2	2.3	ss.	
04.39		1.2	1.2	ss. ⊙-lin. dpl. {04.50. 40 . Ti.	
03.98		1.2	2	⊙-lin. enge Tripl.	
01.52		1	1		
01.31		1	1		
3599.25		2.3	1.2		
98.87		2.3	1.2		
96.17		2.3	2		
94.13		1	1		
——	**3583**.48				
80.40		1.2	1		
78.40		1.2	?		
76.00		1	1		
74.38		2	1.2		

Titan λ	R	i Ti	i ⊙	Bemerkungen.	Thalén.
3573.85		2	2.3	⊙-lin. dpl. {74.05 Fe 85 Ti} K.-R.: 74.06.	
66.16		1.2	1.2		
——	**3564**.68				
61.72		1.2	1.2		
58.66		2	3	Auch eine bedeutende Fe-lin.	
56.32		1.2	?	v.	
47.15		2.3	1		
45.11		1	1		
42.69		1.2	1.2		
——	**3540**.27				
35.56		2.3	2		
30.53		3	2	ss. Auch bei Fe eine unbedeutende Linie.	
27.62		1.2	—		
26.18		1.2	2.3	Auch eine schwache Fe-lin.	
25.28		1.2	1		
24.37		2	2		
20.39		2	2	s.	
20.15		1.2	2.3	v.	
——	**3518**.48				
16.97		1.2	1		
12.23		2	1	vv. breit. Ti?	
11.74		1	1		
10.98		3	2	ss.	
07.55		1.2	1.2		
06.76		2	2	⊙-lin. enge Dpl. {Comp. n. R. Ti » n. V. Fe} K.-R.: 06.66.	
05.02		3	2		
00.48		1.2	2		
3499.24		2+	1		
95.88		2	2.3		
93.44		1	1		
——	**3491**.47				
91.20		3	3	ss.	
89.90		1.2	2.3	⊙-lin. wahrscheinl. enge Dpl. {Comp. n. R. = Ti » n. V. = Fe} K.-R; 89.81.	
85.84		1.2	1		
81.83		1	—		
80.67		2+	1		
79.07		1.2	—		
——	**3478**.00				
77.33		2.3	2		

8. Was zunächst die Genauigkeit der hier gegebenen Wellenlängen betrifft, so wird der wahrscheinliche Fehler derselben nur selten den Betrag $\pm$ 0.02 Å. E. überschreiten. Um ferner die Messungen gegen solche systematische Fehler sicher zu stellen, welche in einer kleinen bei der Aufnahme leicht eintretenden Verstellung des Metallspectrums gegen dasjenige der Sonne ihren Grund haben, wurde unter den vielen vorliegenden Platten nur solche zur Messung verwendet, bei denen neben möglichster Schärfe und Klarheit des Bildes ausserdem die stets vorhandenen Eisenlinien den zugehörigen Sonnenlinien genau entsprechen. Dass in der That die erhaltenen Wellenlängen von solchen Fehlern frei sind, geht theils aus der in jeder Beziehung sehr befriedigenden Uebereinstimmung einerseits mit den Messungen der Eisenlinien von KAYSER und RUNGE, andererseits mit denjenigen einiger Titanlinien von ROWLAND hervor, theils aber auch aus der Uebereinstimmung der beiden stets auf verschiedenen Platten ausgeführten Messungsreihen des Titans unter sich. Die Vergleichungen mit dem Eisenspectrum von KAYSER und RUNGE sind schon oben mitgetheilt. Wird in ähnlicher Weise der obige Catalog mit dem ROWLAND'schen Verzeichniss von Normalwellenlängen verglichen, so gelangt man für die in demselben vorkommenden Titanlinien zu der folgenden Uebersicht:

ROWLAND	H.	ROWLAND	H.
5675.65	75.61	4629.51	29.47
5210.56	10.55	4590.13	90.11
5193.14	93.15	4578.73 Co, Ti	——
5188.86	88.87	4563.94	63.94
5154.24 Ti?	——	4508.46 Ti?	——
5064.83	64.82	4501.44	01.43
5036.11	36.10	4391.15 Ti	——
5020.21	20.17	4391.15 Fe	——
5014.42	14.40	4306.07	06.07
5007.43	07.42	3924.67	24.67
4999.69	99.67	3743.50	——
4981.91	81.92	3722.69	22.70
4973.27	73.25	3653.64	53.61
4900.10	00.08	3635.62	35.61
4805.25	05.25	3564.68	——
4691.58 Fe	——	3510.99	10.98
4691.58 Ti	91.50		

Die Uebereinstimmung lässt, wie man zugeben dürfte, nichts zu wünschen übrig. Dass bei mir einige der von ROWLAND für Titan aufgenommenen Linien fehlen, wird ohne Zweifel darauf beruhen, dass dieselben als Eisenlinien angesehen und aus dem Grunde ausgeschlossen worden sind.

Der enge Anschluss der beiden Messungsreihen des Titans an einander, wodurch die Abwesenheit von systematischen Fehlern infolge einer Verschiebung der Spectra sowohl bei der Aufnahme wie durch Verziehung der Gelatinehaut erwiesen wird, lässt sich

am besten aus der folgenden Tafel beurtheilen, welche die Anzahl der Fälle angiebt, in denen die Abweichungen der Wellenlängen der beiden Reihen den beigesetzten Betrag erreichen:

$\Delta =$	N =
0.00 Å. E.	125
01	203
02	139
03	91
04	45
05	30
06	19
07	11
08	6
09	3
10	3

Die Anzahl der Fälle, in denen die Abweichung der auf verschiedenen Platten gemessenen Wellenlängen den Werth 0.05 Å. E. oder die ungefährlichen Grenzen der wahrscheinlichen Fehler überschreitet, ist demnach von 675 verglichenen Linien nur 42 oder etwa 6 %, ein jedenfalls völlig befriedigendes Resultat.

9. Von ganz besonderem Interesse ist die Vergleichung der von THALÉN gegebenen Wellenlängen mit den vorliegenden. Bildet man die Differenzen H — Th. für die uns gemeinsamen 160 Linien des Spectrums, so findet man Abweichungen, welche sowohl von geringem Betrag wie von im Ganzen zufälligem Character sind. Aus denselben ergiebt sich, dass der wahrscheinliche Fehler einer von THALÉN bestimmten Wellenlänge nur

$$\pm 0.24 \text{ Å. E.}$$

beträgt, eine Genauigkeit welche in jener Zeit ganz alleinstehend sein dürfte.

10. Was das Vorkommen des Titans in der Sonnenatmosphäre betrifft, so wird dasselbe durch diese Untersuchungen nur zum Ueberfluss bestätigt. Trennt man nach den Columnen 3 und 4 die Coincidenzen von den Nichtcoincidenzen und ordnet sie nach den Intensitäten der Titanlinien, so ergiebt sich:

i	Coincidenz.	Nicht Coincidenz.
1 — 1.2	193	106
2 — 2.3	231	50
3 — 3.4	124	0
4 — 4.5	12	0
5 — 6	2	0

Die Coincidenzen bilden also etwas über 78 % der Gesammtzahl der beobachteten Linien. Würde man in Anbetracht der Wahrscheinlichkeit, dass von den schwächsten Linien

mehrere dem Titan fremd sind, diese Classe ganz ausschliessen, so würde sich die Procentzahl der Coincidenzen auf 88 stellen. In Betreff der Intensitäten der zusammenhörigen Metall- und Sonnenlinien lässt sich ähnlich wie bei Chrom die Thatsache einer vielfach recht mangelhaften Ueberstimmung auch hier nur constatiren.

Spectrum des Titans.

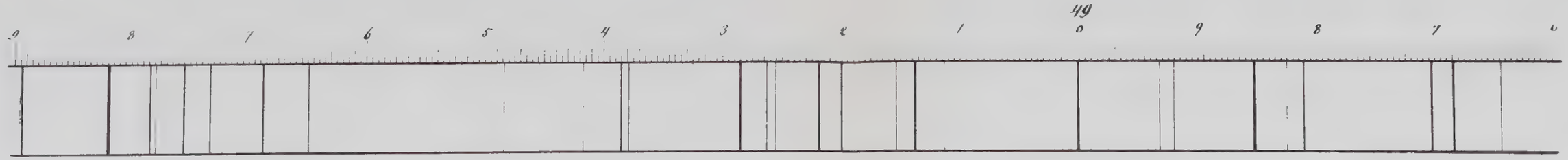
Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd. 28. N:o 1.

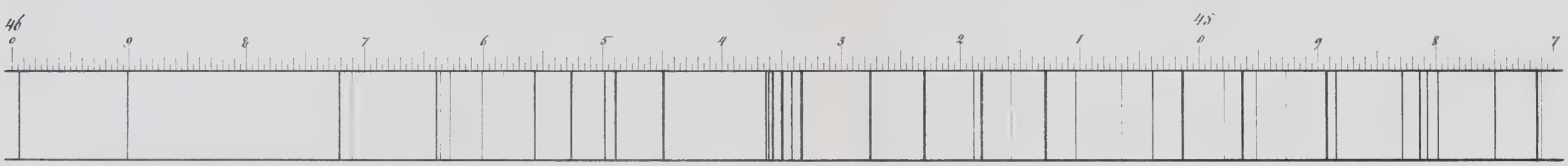
Hasselberg del

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm

Spectrum des Titans.

Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd. 28. N:o 1.



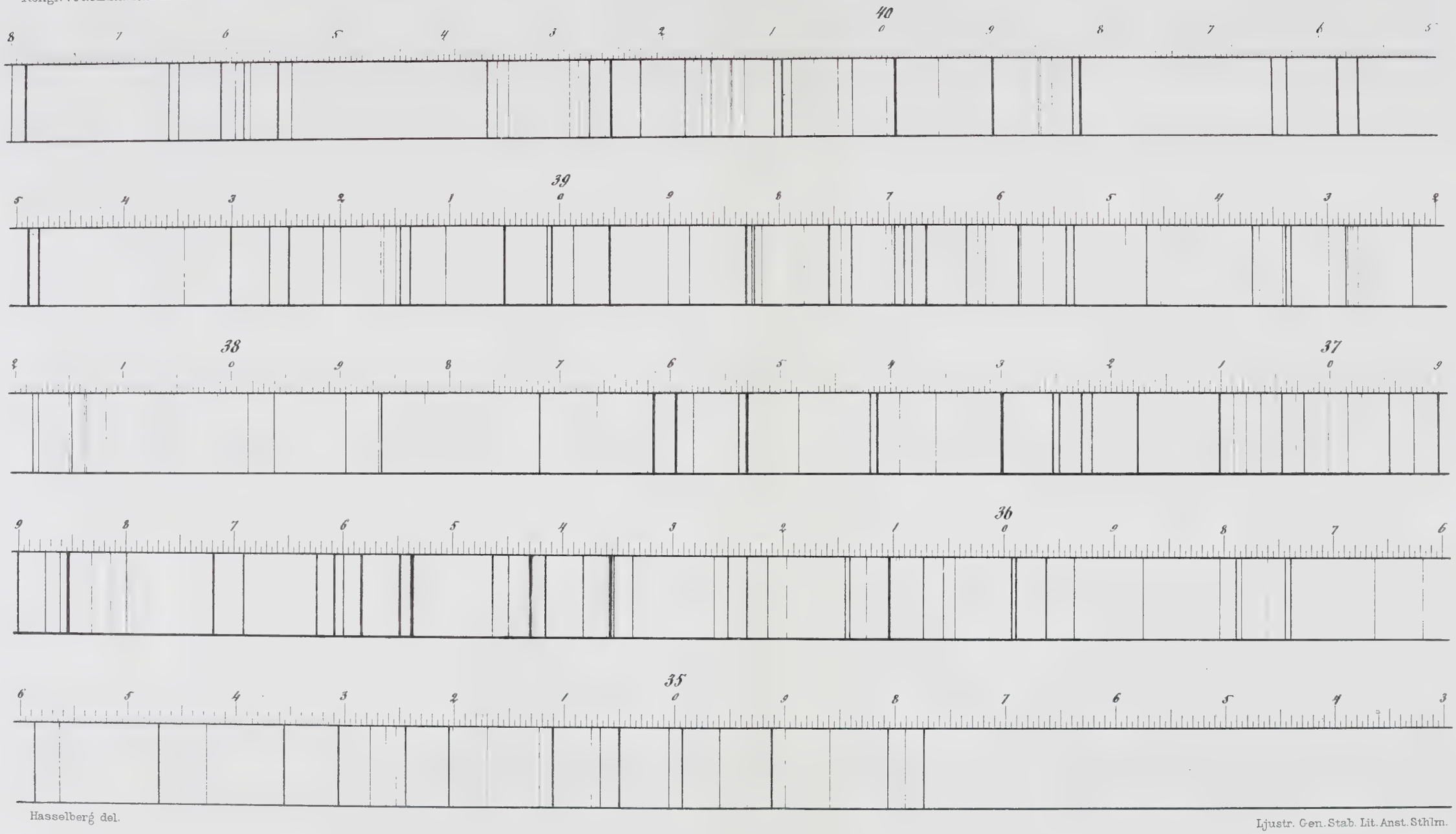


Hasselberg del.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm

Spectrum des Titans.

Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd. 28. N:o 1



Hasselberg del.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm.

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 2.

NEW AND SOME LITTLE KNOWN MOSSES

FROM

THE WEST COAST OF AFRICA.

BY

P. DUSÉN.

I.

WITH 6 PLATES.

COMMUNICATED TO THE R. SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES JUNE 12TH 1895.

REVISED BY S. BERGGREN AND A. G. NATHORST.

STOCKHOLM 1895.
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Our knowledge of West-African Musci is not of an ancient date, being founded chiefly on collections, made in the last four decades and described by K. Müller in Halle, W. Mitten, J. E. Duby and V. F. Brotherus. The number of mosses, derived from this quarter, is comparatively small, although the West of Africa has not seldom been visited by botanists, among whom Fr. Welwitsch and G. Mann pursued their explorations with great success and made considerable collections. At the present moment, we scarcely know more than the outlines of the mossvegetation of this region. It has been overlooked, or, at any rate, little attended to, although, particularly in the Cameroons-territory and the islands of the Bight of Biafra, it is uncommonly rich.

The Swedish botanist A. Afzelius, who visited Sierra Leone in 1792 and 1794, was the first or one of the first to bring home mosses from the African West; but I have not been able to ascertain, where his mosses are kept now. Only one, the *Calymperes Afzelii*, is described by K. Müller. The specimens in the rich collections, which were brought together by Fr. Welwitsch during his travels in 1854—1860, mostly in the districts of Angola and Benguela, have been described by J. E. Duby.[1] A valuable contribution to West-African bryology was given by G. Mann by means of his explorations of the vegetation of the Cameroons Mountain and the islands of the Bight of Biafra, his mosses, together with some taken by Barter, having been described by W. Mitten.[2] During his stay in the Island of St. Thomas in 1884—1885, A. Moller collected some specimens, described afterwards by K. Müller.[3] For another contribution to our knowledge of the mossvegetation af the same islands we are indebted to Fr. Quintas, whose mosses were defined by V. F. Brotherus.[4] Smaller collections were also brought home by the German Gazelle-expedition, by A. von Danckelmann, Pechuël-Lösche, W. Mönkemeyer, B. Rabenhorst and H. Sayoux, all of which K. Müller[5] has described.

[1] Duby, J. E., Choix de cryptogames exotiques nouvelles ou peu connues. Mèmoires de la Société de Physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome 21. (1872).

[2] Mitten, W., On the Musci and Hepaticæ from the Cameroons Mountain and from the River Niger. Linn. Proc. — Botany. Vol. VII.

[3] Müller, C., Bryologia insulæ S. Thomé Africæ occid. tropicæ. Flora. 69. Jahrgang (1886).

[4] Brotherus, V. F., Musci novi insularum Guineensium. Bol. da Soc. Brot., VIII. (1890).

[5] Müller, K., Die auf der Expedition S. M. S. 'Gazelle' von Dr Naumann gesammelten Laubmoose. Englers Bot. Jahrb. 5. Band. (1884). — Müller, K., Beiträge zu einer Bryologie West-Afrikas. Flora. 69. Jahrgang. (1886).

Lastly J. Braun and Preuss have collected some mosses in the Cameroons-territory, defined by V. F. Brotherus. [1]

In 1886 the number of mosses, obtained up to that time from the West of Africa, was estimated by K. Müller at about 200, and subsequently 43 more have become known from the same quarter. To this total of 243, or thereabouts, should now be added those new mosses, which were collected by me during my stay in the Cameroons in 1890—1892. They have all been determined by K. Müller in Halle, and the number of previously unknown species, which that eminent bryologist found in my collections, amounts to more than 300. The great majority of these were taken in the coast-district of the Cameroons-territory and the lower parts of the Cameroons Mountain, not a few on higher slopes of the same pile and those of the Rumpi. A small number were also taken during a short stay in the Islands of Fernando Po and at Old Calabar and Monrovia.

As by many reasons I deemed it desirable to get the new species described as soon as possible, I commenced drawing up their diagnoses myself, but circumstances, which it was impossible for me to foresee, prevented me from going through more than part of the large material. The continuation of such a description is, however, secured, Dr V. F. Brotherus in Helsingfors having been kind enough to promise his cooperation. This division of the work, together with the travels I am about to enter upon, has caused me to give up my original intention, which was to publish an account of the composition of the mossvegetation in the Cameroons in connexion with the diagnoses of the new species. Such a one may, however, be expected in the course of time.

As to the situation of the places, mentioned in the Cameroons-colony, I refer to my map of the North-West of that territory, which was published last year in the »Ymer» [2] periodical.

It remains for me the pleasing duty to acknowledge the assistance I have received from Messrs K. Müller and V. F. Brotherus. In the first place I have to express my heartfelt gratitude to Mr Müller for determining the numerous species of my collection, and my thanks are hardly less due to Mr Brotherus, who has given me the free use of his African mosses of those genera, with which I have been occupied. From both of them I have had the benefit of valuable advice and information.

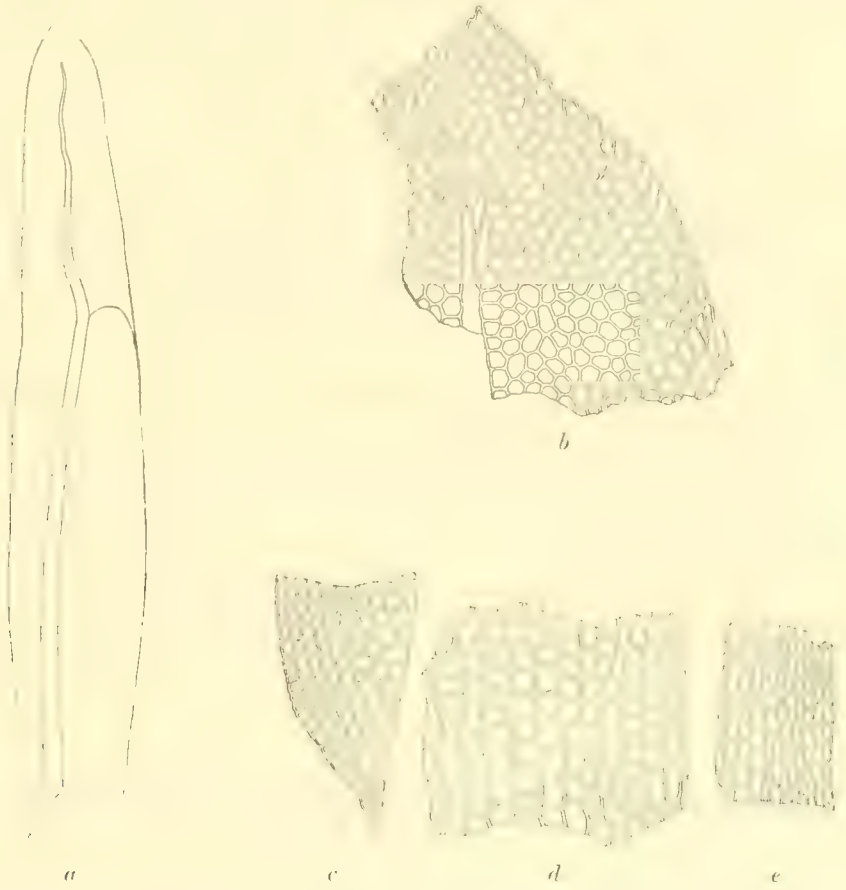
This first series includes 50 species; a second series will soon follow.

[1] Brotherus, V. F., Musci africani. I. Englers Bot. Jahrb. 20. Band. (1894).

[2] Dusén, P., Om Kamerunområdet. Med 1 karta. »Ymer». Tidskrift, utgifven af Svenska sällskapet för antropologi och geografi. Stockholm. 1894.

Fissidens (Eufissidens) nematopteris C. Müller n. sp. in litt.

Caulis erectus, usque ad 5 cm. altus, humiditate strictus, siccitate flexuosus et summo arcuatus, flavo-brunneus, plerumque simplex, interdum dichotome ramosus, inferne parce rubescente radiculosus; *folia* multi-juga, patentia, pallide viridia, sicca circinate involuta, elongate lineari-lanceolata, breviter et late acuminata, usque ad 2,9 mm. longa et 0,51 mm. lata, elimbata, marginibus superne medioque ob cellulas prominentes minute crenulatis, inferne integris, nervo valido, basi 0,063 mm. crasso, superne flexuoso, foliorum inferiorum rubescente, superiorum flavo-viridi, infra apicem evanido; *lamina vera* ad $^2/_3$ folii producta, apice rotundato; *lamina dorsalis* supra basin costæ rotundate oriunda; *cellulæ* superiores minutissimæ, 0,007 mm. diam., inæquales, plerumque rotundatæ vel hexagonæ, obscuræ, inferiores laminæ dorsalis diversiformes, plerumque subquadratæ vel



hexagonæ, basales laminæ veræ et apicalis pellucidæ, juxta marginem angustæ, costam juxta majores, omnino rectangulæ; cetera desunt.

Habitat in Camerunia in saxis rupibusque rivalibus, ubi prope Bomanam, pagum c. 670 metra supra mare, m. Januario a. 1891 legi.

Found only in the deeply excavated river-beds on the west side of the Cameroons Mountain, but not in its lower parts. Very common in the vicinity of Bomana, but never abundant. Barren.

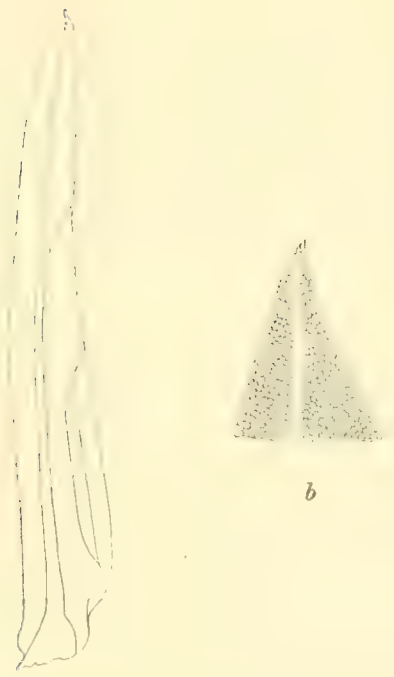
Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c* cellulæ basales laminæ dorsalis $\frac{200}{1}$; *d* cellulæ basales juxta nervum laminæ veræ sitæ $\frac{200}{1}$; *e* cellulæ laminæ veræ basales juxta marginem sitæ $\frac{200}{1}$.

Pl. II. fig. 1 planta $\frac{1,5}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) fluminalis n. sp.

Syn. *Fissidens Duseni* C. Müller in litt.

Caulis suberectus vel decumbens, strictus, usque ad 4 cm. altus, plerumque inferne ramosus et dense rufe radiculosus, madidus cum foliis 2—3 mm. latus; *folia* subsecunda, humida arcuata, sicca circinate involuta vel crispata, pallide viridia, patentia, usque ad 4,5 mm. longa et 0,63 mm. lata, e basi sensim attenuata, acinaciformia, acuta, elimbata, nervo valido, pallido, superne flexuoso, excurrente; *lamina apicalis* superne ob cellulas prominentes minutissime crenulata; *lamina vera* ad $^2/_3$ folii producta, acuminata, margine subintegro vel integro; *lamina dorsalis* infra basin costæ rotundate oriunda, margine ubique minute crenulato; *cellulæ* obscuræ, prominentes, minutissimæ, superiores 0,0054 mm. diam., inæquales, plerumque rotundæ vel rotundate angulatæ, basales laminæ veræ et apicalis costam juxta majores, subpellucidæ, rotundate rectangulæ, parietibus incrassatis; flores feminei terminales; cetera ignota.



a *b*

Habitat in Camerunia in saxis rivalibus, ubi ad Beam pagum m. Julio a. 1891 legi.

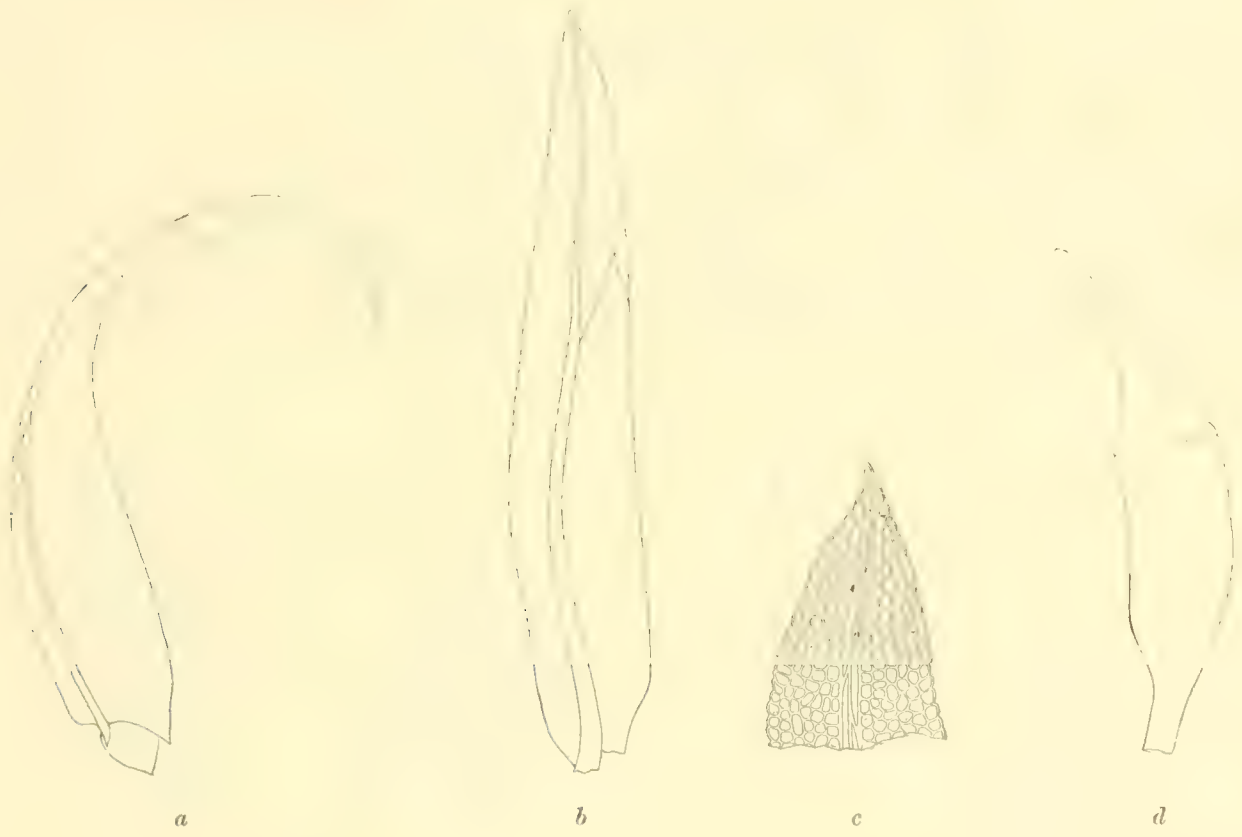
Fig. *a* folium $\frac{18}{1}$; *b* cellulæ apicales $\frac{87}{1}$.

Pl. II. fig. 6 planta $\frac{1,5}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) coriaceifolius C. Müller n. sp. in litt.

Caulis erectus, simplex, siccitate flexuosus, humiditate strictus vel strictiusculus, infima basi radiculosus; *folia* patentia, secunda, remotiuscula, pallide viridia, sicca circinata, humida uncinata, usque ad 2,5 mm. longa et 0,47 mm. lata, lanceolata, acuta, nervo flavo-viridi, basi 0,063 mm. crasso, vix stricto, infra summum apicem evanido, elimbata, marginibus ob cellulas paullum prominentes minutissime crenulatis vel subintegris; *cellulæ* chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, subrotundæ, 0,0067 mm. diam., inferiores paullum majores, parietibus incrassatis; *lamina vera* paullum supra medium folium producta, acuminata, acutissima; *lamina dorsalis* ad vel parum infra basim costæ plus minusve rotundate oriunda; *vaginula* subcylindrica, 0,6 mm. alta et 0,3 mm. crassa, aureo-flava, vetusta inferne badia; *seta* terminalis, erecta vel suberecta, strictiuscula, circiter 5,6 mm. alta et media 0,09 mm. crassa, aureo-flava, lævissima; *theca* suberecta, badia, deoperculata 0,82 mm. longa et 0,40 mm. crassa, cylindrica, leviter curvata, sicca sub ore parum constricta,

peristomium simplex, inferne badium, superne pallidius; *dentes* 16, 0,482 mm. alti et 0,445 mm. lati, humidi inflexe conniventes, sicci valde recurvati, laciniis genuflexe erectis, dense per totam longitudinem trabeculati et lamellosi, lamellis inferioribus breviter fimbriatis,



a *b* *c* *d*

in lacinias binas, longas, filiformes fissi; *operculum* conicum, 0,8—0,9 mm. altum, rostro longiusculo, obliquo; cetera ignota.

Laxe cæspitosus, in saxis rivalibus crescens.

Habitat in Camerunia, ubi prope Etome, pagum c. 400 metra supra mare, m. Januario a. 1892 legi.

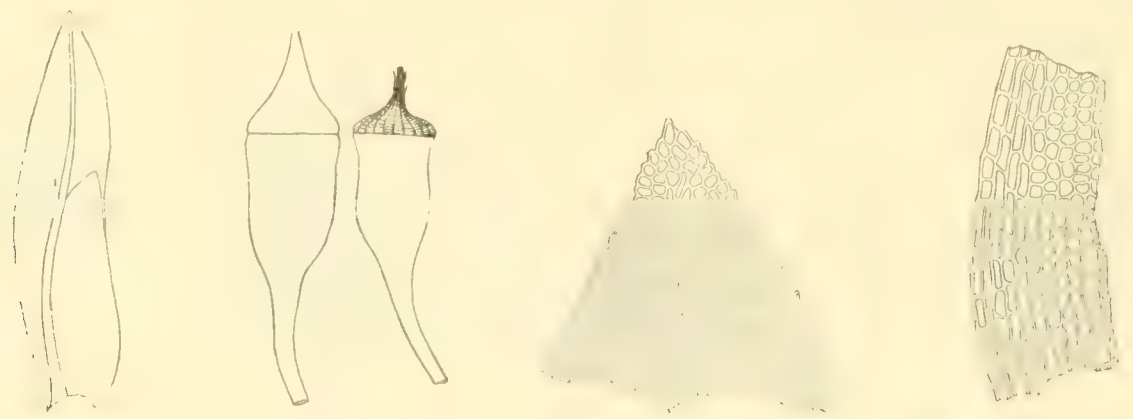
Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* folium deplanatum $\frac{32}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *d* capsula humida $\frac{200}{1}$.

Pl. II. fig. 12. *a* planta magn. nat.; *b* capsula sicca $\frac{32}{1}$; *c* dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) sigmocarpus C. Müller n. sp. in litt.

Monoicus, sat dense cæspitosus; *caulis* erectus, plus minusve ramosus, strictus, usque ad 8 mm. altus, infima basi et ad basim ramorum radiculosus, radiculis rufis, cum foliis circiter 1,5 mm. latus; *folia* patentia, usque ad 1,45 mm. longa et 0,34 mm. lata, sicca flexuosa, superiora interdum circinata, humida inferiora stricta, superiora stricta vel apicibus leniter arcuatis, cultriformia, acuta, viridia vel pallide viridia, nervo valido, basi 0,032 mm. crasso, flavo-viridi, leniter arcuato, infra summum apicem evanido, elimbata, marginibus basi laminæ veræ et apicalis integra excepta minute crenulatis, cellulis minu-

tissimis, 0,0054 mm. diam., chlorophyllosis, obscuris, parietibus sat incrassatis, rotundis vel rotundate subquadratis, marginalibus laminæ veræ et apicalis rectangulis, inferioribus paullum majoribus et subpellucidis; *lamina vera* paullum supra medium folium producta, oblique truncata, acuta; *lamina dorsalis* e basi costæ anguste oriunda; *vaginula* cylindrica, fusco-badia, 0,3 mm. alta; *setæ* terminales, singulæ, interdum basi genuflexæ, erectæ, strictiusculæ, 2—4,5 mm. altæ, medio 0,07—0,09 mm. crassæ, rufescentes, lævissimæ; *theca* erecta vel interdum horizontalis, ovato-cylindrica, vetusta sub ore valde constricta, subtuberculata, sordide viridis, vetusta fusco-badia; *peristomium* simplex, inferne badium, superne pallide flavum; *dentes* 16, humidi inflexi, conniventes, ætate lateri interiori capsulæ appressi, sicci reflexi, patentissimi, laciniis genuflexis, erectis, flexuosis, 0,32 mm. alti et 0,048 mm. lati, 0,09 mm. e basi in lacinias binas filiformes fissi, dense trabeculati et



a *b* *c* *d* *e*

lamellosi, lamellis inferioribus sat breviter fimbriatis, superne papillosi; *operculum* conicum, 0,54 mm. altum, breviter rostratum, rostro stricto, crasso; *sporæ* virides, 0,0135—0,0162 mm. magnæ; *flores masculi* terminales, in ramulis brevissimis dispositi.

Habitat in Camerunia in saxis, ubi prope Jonje emporium m. Decembri a. 1891 c. fr. legi.

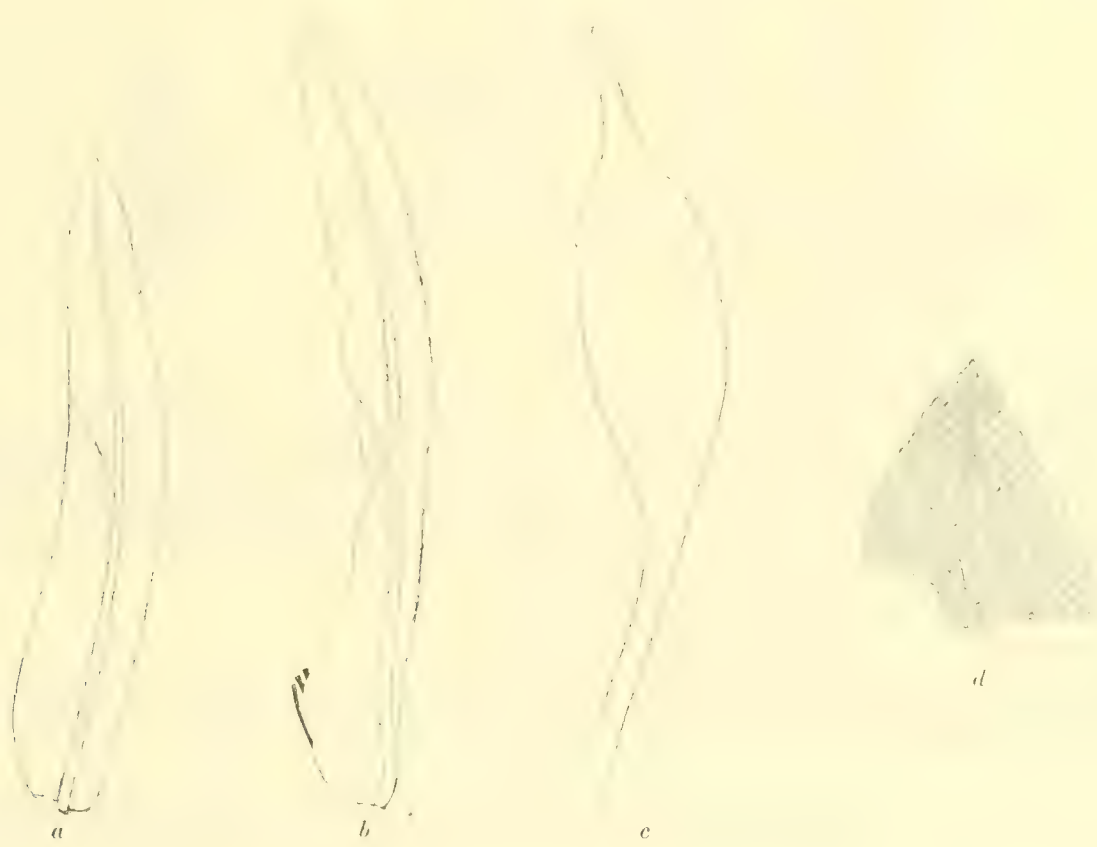
Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* capsula operculata $\frac{32}{1}$; *c* capsula humida $\frac{32}{1}$; *d* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *e* cellulæ basales ad marginem laminæ veræ sitæ $\frac{200}{1}$.

Pl. II. fig. 11. *a* planta $\frac{2}{1}$; *b* dens peristomii $\frac{200}{1}$; fig. 4. *d* capsula sicca $\frac{32}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) pulcher C. Müller n. sp. in litt.

Caulis procumbens, in parte adversa erectus, radiculosus, radiculis rufis, longissimis crassisque, ramosus, ramis erectis, usque ad 6 mm. altis, plerumque inferne ad basim foliorum radiculosis, rubescentibus, superne pallidioribus vel aureo-flavis; *folia* patentia, flavo-virescentia, sicca circinata, humida inferiora strictiuscula, superiora secunda, arcuata vel uncinata, sursum longiora, usque ad 2,45 mm. longa et 0,38 mm. lata, acinaciformia, acuta, nervo flavo-viridi, levissime curvato, basi 0,038 mm. crasso, infra summum apicem

evanido, elimbata, marginibus ob cellulas paullum prominentes minutissime crenulatis vel subintegris, cellulis minutissimis, 0,008 mm. diam., inferioribus juxta nervum paullum majoribus, rotundis vel interdum rotundate subquadratis, chlorophyllosis, obscuris; *lamina vera* paullum supra medium folium producta, oblique truncata, acutissima; *lamina dorsalis* e basi costæ rotundate oriunda; *vaginula* subcylindrica, aureo-flava, superne aurorea, 0,51 mm. alta et 0,218 mm. crassa; *seta* terminalis, pallide flava, erecta, strictiuscula, 4,5—5,2 mm. alta, medio 0,095 mm. crassa, lævissima; *theca* erecta vel suberecta, aureo-brunnea, subtuberculosa, deoperculata 0,854 mm. longa et 0,436 mm. crassa, ovato-cylindrica, sicca sub ore valde constricta; *peristomium* simplex, inferne badium, superne pallide flavum; *dentes* 16, 0,436 mm. alti et 0,054 mm. lati, humidi inflexi, conniventes, sicci suberecti, infra medium genuflexi et conniventes, dense trabeculati et lamellosi, summo grosse pa-



pillosi, in lacinias binas, longas, filiformes fissi; *operculum* 0,727 mm. longum, alte conicum, rostratum, rostro stricto, lævissimo; *sporæ* virides, 0,016—0,020 mm. magnæ; cetera ignota.

Flores masculos non vidi.

Sat dense cæspitosus, in saxis arenaceis crescens.
Habitat in Camerunia, ubi prope Jonje pagum m. Decembri a. 1891 c. fr. legi.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* bractea perichætii $\frac{32}{1}$; *c* capsula humida $\frac{32}{1}$; *d* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$.

PI. II. fig. 10. *a* planta $\frac{2}{1}$; *b* capsula humida $\frac{32}{1}$; *c* capsula sicca $\frac{32}{1}$; *d* dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) Calabariæ C. Müller n. sp. in litt.

Dioicus (?); *caulis* simplex vel plerumque pauciramosus, erectus, strictus, usque ad 8 mm. altus, superne pallide viridis, inferne rufus et radiculosus; *folia* pallide viridia, patentia, siccitate secunde curvata, humiditate stricta, late lanceolata, acuta, 0,75—1,0 mm. longa et 0,22—0,29 mm. lata, nervo valido, basi 0,116 mm. crasso, strictiusculo, infra summum apicem evanido, marginibus integris vel subcrenulatis, cellulis minutis, 0,0081—0,0108 mm. diam., chlorophyllosis, obscuris, prominentibus, rotundis vel rotundate hexagonis, inferi-

oribus rotundate subquadratis vel rectangulis; *lamina vera* parum supra medium folium producta, acuta, oblique truncata; *lamina dorsalis* e basi costæ plus minusve rotundate oriunda; *flores masculi* terminales, antheridiis sat numerosis, pallide sordido-viridibus; *folia perigonalia* 2, nervo inferne argute arcuato, lamina vera et apiculi basim versus subito duplo-triplo latiore; cetera ignota.

Dense cæspitosus, in humo crescens.

Habitat in territorio »Oil Rivers», ubi ad »Old Calabar» emporium m. Julio a. 1892 legi.

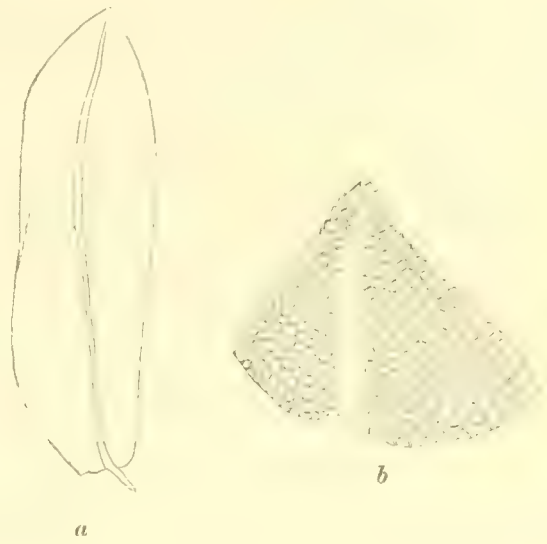
Fig. *a* et *b* folia $\frac{32}{1}$; *c* bractea perichætii $\frac{32}{1}$; *d* pars superior plantæ masculæ $\frac{18}{1}$; *e* cellulæ apicales $\frac{100}{1}$.

Pl. II. fig. 7 planta sterilis et mascula $\frac{2}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) alomoides C. Müller n. sp. in litt.

Caulis erectus, pallide viridis vel brunneus, usque ad 5 mm. altus, infima basi radiculosus, radiculis rufis, simplex, cum foliis circiter 2,2 mm. latus; *folia* plantæ sterilis 4—12-juga, plantæ fertilis 4—8-juga, sicca leniter secunde arcuata, humida stricta, patula, viridia, usque ad 1,1 mm. longa et 0,32 mm. lata, late lineari-lanceolata, subacuminata, nervo pallide viridi, inferne 0,019 mm. lato, leniter arcuato, interdum superne flexuoso, vix excurrente, marginibus ubique ob cellulas prominentes minutissime serrulatis, cellulis valde chlorophyllosis, diversiformibus, plerumque hexagonis vel rotundate angulatis; *lamina vera*

ad 1/2 folii producta, acuta; *lamina dorsalis* vix infra basin costæ rotundate oriunda; *vaginula* subovalis, circiter 0,2 mm. alta, rufa; *seta* terminalis, usque ad 1,8 mm. alta, medio 0,054 mm. crassa, basi geniculata, superne plerumque arcuata, pallide flavo-brunnea, lævissima; *theca* horizontalis vel suberecta, ovalis, stricta, symmetrica, deoperculata 0,624 mm. longa et 0,32 mm. crassa, brevicollis, sicca paullum sub ore constricta, flavo-brunnea, ore castanea; *peristomium* simplex, inferne castaneum, superne flavum; *dentes* 16, humidi genuflexe incurvi, lateri interiori capsulæ fere adpressi, sicci reflexi, laciniis erectis, 0,042 mm. lati et 0,260 (?) mm. alti, trabeculati et lamellosi, lamellis inferioribus altis et pectinatis, circiter 0,072 mm. supra basin in lacinias binas subulatas fissi; *sporæ* virides, 0,0135—0,0162 mm. magnæ; *operculum* conicum, sat breviter rostratum, rostro superne siccitate curvato; plura non vidimus.



Species parva, pulchella surculis solitariis in cortice arborum crescens.

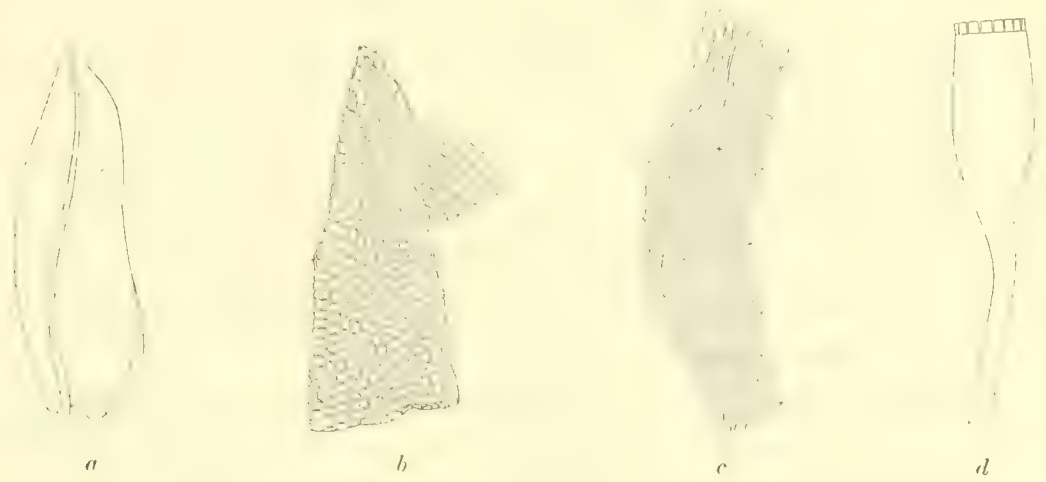
Habitat in Camerunia, ubi supra Etome, pagum c. 560 metra supra mare, m. Januario a. 1892 c. fr. legi.

Fig. *a* folium $\frac{45}{1}$; *b* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$;

Pl. II. fig. 3. *a* planta $\frac{2,5}{1}$; *b* capsula sicca $\frac{32}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) sarcophyllus C. Müller n. sp. in litt.

Dioicus; caulis erectus, viridis, usque ad 7 mm. altus, infima basi radiculosus, radiculis rufis, simplex vel rarissime ramosus, cum foliis circiter 1 mm. latus; *folia* patentia,



usque ad 17-juga, 1,09 mm. longa et 0,27 mm. lata, viridia, sicca valde, humida leviter secunde arcuata, late cultriformia, acuminata, nervo pallido, arcuato, excurrente, basi 0,019

mm. lato, cellulis minutissimis, 0,0054 mm. diam., valde chlorophyllosis, obscuris, plerumque rotundate quadratis, in parte basali laminæ veræ et apicalis intra cellulas marginales nonnullis elongatis pellucidisque; *seta* terminalis, erecta, 1,82 mm. alta, rubescens, medio 0,063 mm. crassa, strictiuscula, lævissima; *theca* ovato-oblonga, 0,7 mm. lata et 0,27 mm. crassa, horizontalis, sordide viridis, ore badia, vetusta sub ore valde constricta; *peristomium* simplex, basi purpureum, superne pallide flavum; *dentes* 16, 0,318 mm. alti et 0,037 mm. lati, humidi geniculato-inflexi, lateri interiori thecæ adpressi, sicci reflexi, patentissimi, inferne vix trabeculati, sed lamellosi, lamellis sat altis pectinatis, in lacinias binas, valde papillosas, filiformes fissi; *flores masculi* ad basin ramorum dispositi; cetera ignota.

Species elegans, surculis hic illic in cortice arborum crescens.

Habitat in Camerunia, ubi prope Itoki emporium m. Februario a. 1891 c. fr. legi.

A particularly fine species, growing rather sparsedly on trunks of trees, which are overflowed at times; found only on the banks of the Massake and the Jongalove.

Fig. *a* folium $\frac{45}{1}$; *b* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c* cellulæ basales ad marginem laminæ veræ sitæ $\frac{200}{1}$; capsula humida $\frac{32}{1}$.

Pl. II. fig. 5 *a* planta $\frac{3}{1}$; *b* capsula sicca $\frac{32}{1}$; *c* dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) glauculus C. Müller n. sp. in litt.

Monoicus; caulis erectus, siccitate arcuatus, humiditate strictus vel leviter arcuatus, usque ad 10 mm. altus, pallide flavo-brunneus, infima basi radiculosus, sterilis simplex, fertilis plerumque superne ramis brevibus munitus vel interdum simplex; *folia* plantæ sterilis patula, usque ad 16-juga, infera parva, sat subito sursum majora, usque ad 1,8 mm. longa et 0,3 mm. lata, glauca, late lanceolata, sicca secunde arcuata, marginibus revolutis, humida strictiuscula, marginibus haud vel vix reflexis, acuta, superne subundulata, nervo strictiusculo, excurrente, basi 0,027—0,040 mm. crasso, limbata, marginibus summo et basim laminæ dorsalis versus minutissime crosulis, ceterum integerrimis, cellulis valde chlorophyllosis, obscuris, minutissimis, superioribus 0,0027—0,003 mm. diam., inferioribus paullum majora, diversiformibus, plerumque rotundis vel rotundate subquadratis; *lamina vera* circiter $^3/_5$ folii occupans, oblique truncata, acuta, perfecte limbata; *lamina apicalis* limbata, limbo infra apicem evanido; *lamina dorsalis* plerumque infra basim costæ rotundate oriunda, limbata, limbo infra apicem et longe supra basin folii evanido; *vaginula* cylindrica, umbrina, 0,272 mm. alta; *seta* terminalis, rubescens, medio 0,09 mm. crassa, erecta, basi subgeniculata, flexuosa, 5—7 mm. alta, lævissima; *theca* breviter ovata, horizontalis vel suberecta, sordide viridis, deoperculata 0,618 mm. longa et 0,464 mm. crassa, recta, subasymmetrica, subtuberculata, maturitate haud, vetusta valde sub ore constricta; *peristomium* simplex,

a

basi purpureum, superne pallidius; *dentes* 16, 0,363 mm. alti et basi 0,045 mm. lati, humidi inflexi, conniventes, ætate lateri interiori capsulæ appressi, sicci valde reflexi, lateri exteriori thecæ appressi, laciniis flexuosis, valde trabeculati et lamellosi, lamellis inferioribus altis et pectinatis, circiter e medio in lacinias binas, filiformes, superne papillosas, fissi; *operculum* conicum, ore thecæ latius, rostro crasso, lenissime curvato, papilloso; *sporæ* virides, 0,008 mm. magnæ; *flores masculi* nonnulli ad axilla ramorum conferti vel solitares in radiculis dispositi; plura non vidimus.

Habitat in Camerunia in formicetis, ubi prope Isongo pagum m. Februario a. 1892 c. fr., ad Ekundu Ndene emporium m. Martio a. 1892 et ad Ndian emporium m. Martio a. 1892 c. fr. legi.

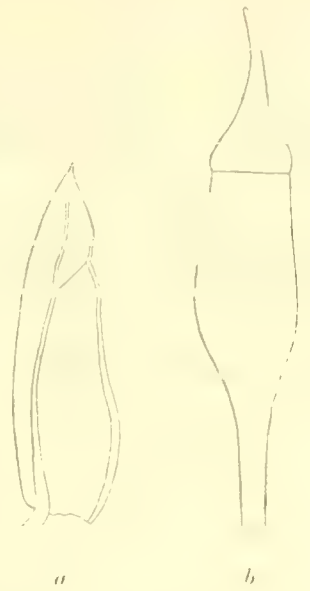
Very common, at least in the coast-district, on the mushroom-shaped hillocks of a termes and on earth-covered ant-tracks on trees. Generally fruit-bearing.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$.

Pl. II. Fig. 2. *a* planta sterilis $\frac{3}{1}$; *b* planta fertilis $\frac{3}{1}$; *c* capsula operculata $\frac{32}{1}$; *d* capsula humida $\frac{32}{1}$; *e* capsula sicca $\frac{32}{1}$; *f* dens peristomii $\frac{100}{1}$; *g* pars superior dentis peristomii $\frac{200}{1}$.

Fissidens (Eufissidens) glaucopteris C. Müller n. sp. in litt.

Monoicus; caulis erectus, strictus vel leniter arcuatus, usque ad 6,5 mm. altus et cum foliis 1,5 mm. latus, rigidus, simplex et sterilis vel ad basim, rarissime altius ramos breves fructiferosque emittens; *folia* stricta, frondem complanatam sistentia, densa, imbricata, patula, late lanceolata, glauca, coriacea, 1,27 mm. longa et 0,36 mm. lata, circiter 18-juga, nervo valido, basi 0,045 mm. crasso, pallide flavo, subpellucido, lenissime arcuato, superne flexuoso, excurrente, marginibus laminæ dorsalis et partis elimbatæ laminæ apicalis minute erosulis, ceterum integris, cellulis valde chlorophyllosis obscurisque, minutissimis, 0,0054—0,0067 mm. diam., plerumque rotundate rectangulis vel hexagonis, limbeis elongatis, subpellucidis; *lamina vera* fere ad $^3/_4$ folii producta subpellucide limbata, limbo basis 0,028 mm. lato, oblique truncata, acuta; *lamina apicalis* limbo subpellucido, supra laminam veram producto; *lamina dorsalis* elimbata, e basi costæ rotundate oriunda; *folia ramulorum* fertilium parva, lamina vera laminæ apicali simili, lamina dorsali nulla (?); *seta* terminalis, rubra, 4—6 mm. alta, medio 0,07—0,09 mm. crassa, erecta, plus minusve arcuata; *vaginula* rubescens, subcylindrica, 0,45 mm. alta; *theca* erecta vel suberecta, ovato-oblonga, sordide viridis, deoperculata 0,67—0,83 mm. longa et 0,38—0,43 mm. crassa, sicca mediocriter, vetusta valde sub ore constricta; *peristomium* simplex, inferne rubrum, superne flavum; *dentes* 16, humididate inflexi, siccitate patentissimi et geniculati, laciniis inflexis, dense trabeculati et lamellosi, lamellis inferioribus altis et pectinatis, longe infra medium



in lacinias binas, filiformes fissi; *operculum* conicum, 0,56 mm. altum, rostratum, rostro humiditate leviter curvato, siccitate superne geniculato; cetera ignota.

Dense cæspitosus, in saxis murisque crescens.
Habitat in Liberia, ubi ad Monroviam m. Julio a. 1890 c. fr. legi.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* capsula humida $\frac{32}{1}$.

Pl. II. fig. 4. *a* planta sterilis et fertilis $\frac{2}{1}$; *b* ramus fructiferus $\frac{6}{1}$; *c* capsula sicca $\frac{32}{1}$.

Fissidens (Conomitrium) Muelleri n. sp.

Syn. *Fissidens* (*Conomitrium*) *occultifolium* C. MÜLLER in litt.

Dioicum (?), dense cæspitosum; *caulis* erectus, strictus, pallide viridis, simplex, infima basi radiculosus, usque ad 7 mm. altus, cum foliis 2,5 mm. latus; *folia* sat conferta, usque ad 15-juga, inferiora parva, superne sensim majora, usque ad 1,8 mm. longa et 0,54 mm. lata, viridia, sicca arcuata vel superiora saltem subcircinata, marginibus plus minusve revolutis, humida patentia, stricta, late cultriformia, acuta, nervo pallido, basi 0,031 mm. crasso, flexuoso, infra summum apicem evanido, limbata, marginibus apicem et basin versus ob cellulas plerumque papilloso-prominentes minute erosulis, ceterum integerrimis, cellulis minutissimis, 0,0054 mm. diam., valde chlorophyllosis et obscuris, prominentibus, plerumque rotundate subquadratis, limbeis elongatis angustissimis; *lamina vera* oblique truncata, ad $^2/_3$ folii acute producta, perfecte limbata, limbo 0,0127 mm. lato; *lamina apicalis* limbata, limbo 0,0127 mm. lato, infra apicem folii evanido; *lamina dorsalis* e basi costæ vel interdum paullum inferius rotundate oriunda; *seta* basi genuflexa, suberecta, stricta, circiter 3,5 mm. alta; *theca* horizontalis vel suberecta, leniter curvata; *operculum* longirostratum; cetera ignota.

a

Habitat in territorio Oil Rivers in humo, ubi ad Old Calabar emporium c. fr. vix maturis m. Julio a. 1892 legi.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$.

Pl. II. fig. 9 planta $\frac{2,5}{1}$.

Fissidens (Polypodiopsis) Bryum C. MÜLLER in litt.

Caulis erectus, strictus, sordide viridis, circiter 1 cm. altus, cum foliis 5 mm. latus, infima basi radiculosus, simplex; *folia* remota, 6—8-juga, alternantia, sordide viridia,

siccitate flexuosa et torta, humiditate stricta, patentia, infima parva, superiora magna, usque ad 3,45 mm. longa et 0,62 mm. lata, lanceolata, acuta, marginibus integris, enervia, elimbata, cellulis chlorophyllosis, magnis, medianis oblongis, marginalibus elongatis angustisque; *lamina vera* ad medium folium producta, acuta; cetera ignota.

Vix cæspitosus, in saxis crescens.

Habitat in Camerunia, ubi supra Bomanam, pagum c. 1100 metra supra mare, m. Julio a. 1892 legi.

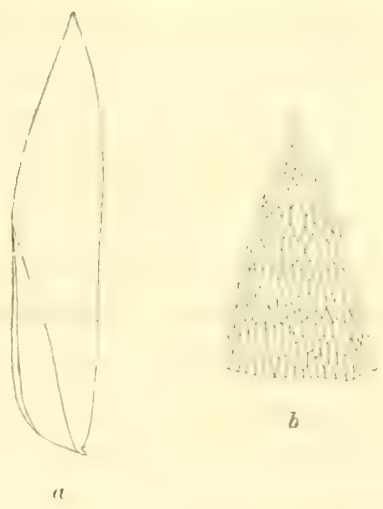
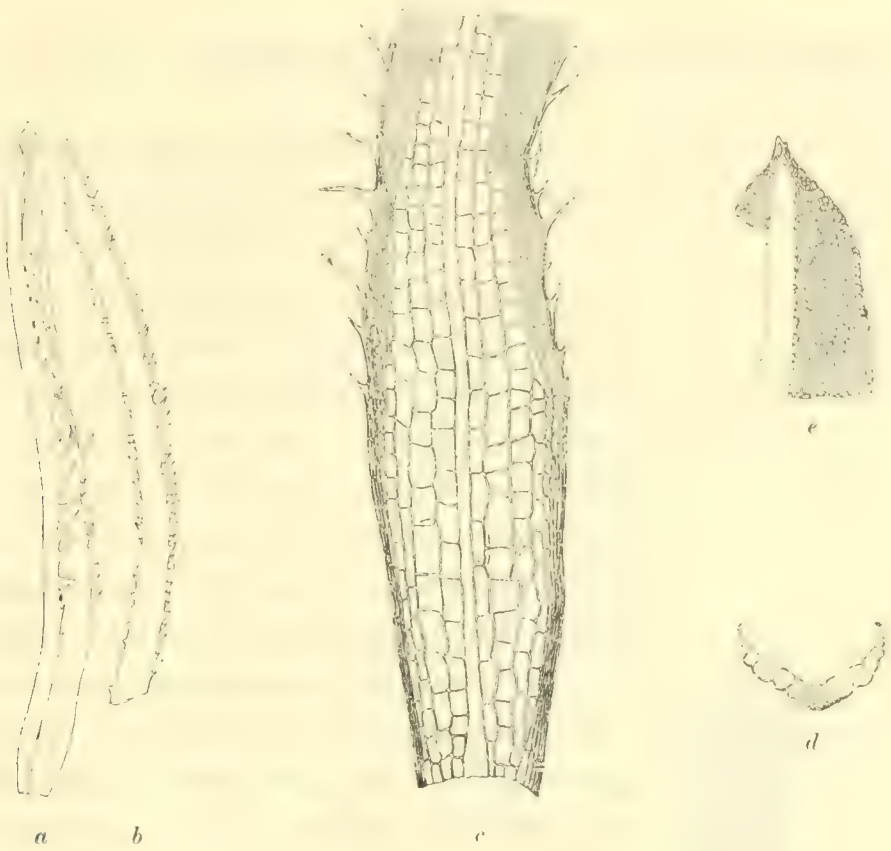


Fig. *a* folium $\frac{18}{1}$; *b* cellulæ $\frac{45}{1}$.

Pl. II. fig. 8 planta $\frac{2}{1}$.

Syrrhopodon (Eusyrrhopodon) afro-ciliatus C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosus, cæspitibus humillimis, sat expansis, sordide lutescenti-viridis; *caulis* brevissimus, 3—5 mm. longus, inferne densissime radiculosus, radiculis atropurpureis, simplex vel interdum dichotomus, apicem versus sæpissime ramulis paucis, brevissimis



ornatus; *folia* sicca subinvoluta et valde convoluta, humida inferiora patentia, superiora erecto-patentia, leviter recurvata, 2,5—3 mm. longa, inferiora vix vaginantia, superiora vaginantia, e basi parum dilatata lineari-lanceolata, subito breviter acuminata, mucronata,

basi medioque canaliculate concava, demum subconvoluta, basi hyalina, membranacea partem dimidiam folii occupante, marginibus parte basali et apicali excepta remote et grosse hyaline et subuncinate ciliato-dentatis, costa valida, lutescente, excurrente, inferne lævi, superne in dorso et ventro valde aculeata, aculeis seriatis, cellulis partis hyalinæ magnis, late rectangulis, inflatis, seriatis, marginem versus angustioribus, pallidissime flavis vel hyalinis, parietibus tenuissimis, cellulis chlorophyllosis in parte folii superiore obscuris, in dorso et ventro valde papillosis, parvis, seriatis, quadratis vel rotundate quadratis, in parte folii inferiore linea angusta secus marginem progredientibus, deorsum longioribus, postremo elongatis et angustissimis, supra basim usque fere ad apicem limbata, limbo duabus seriebus cellularum, angustissimarum, hyalinarum, quarum cellulæ seriei exterioris in ciliis excurrentes, formato; cetera desunt.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Januario a. 1891 legi.

Allied to S. ciliatus Schw., but very distinct; differs by narrower and more convolute leaves, much more densely and shortly aculeated nerves, more thinly ciliated margin, the upper cells papillous and smaller etc.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* nervus $\frac{87}{1}$; *c* pars basalis folii $\frac{87}{1}$; *d* cellulæ apicales $\frac{100}{1}$; *e* sectio folii $\frac{87}{1}$.

Pl. II. fig. 17 planta magn. nat.

Syrrhopodon (Eusyrrhopodon) paucifimbriatus C. MÜLLER n. sp. in litt.

Densiuscule cæspitosus, cæspitibus humilibus, latissimis, sordido-viridibus; *caulis* brevis, usque ad 10 mm. longus, strictus vel flexuosus, per totam longitudinem radiculosus, radiculis pulchre atro-purpureis, inferne simplex vel dichotomus, superne plerumque ramulis paucis, brevissimis; *folia* inferne lutescentia, nitida, superne sordide viridia, sicca incurvata et valde convoluta, humida subconvoluta, patentia, stricta vel leviter recurvata, usque ad 2,9 mm. longa, inferiora vix vaginantia, superiora vaginantia, e basi parum dilatata lineari-lanceolata, subito breviter acuminata, mucronata, inferne canaliculate concava, medio et superne subconvoluta, basi hyalina et membranacea dimidiam partem folii vix occupante, marginibus supra basim fere ad apicem limbatis, limbo angustissimo, inferne una serie, superne plerumque seriebus duabus cellularum efformato, solum in parte dimidia inferiore grosse ciliato-dentato, nervo valido, excurrente, superne in dorso et ventro papilloso vel minute dentato; cellulæ partis hyalinæ magnæ, breviter rectangulæ,

marginem versus angustiores, 4—5 seriatæ, inflatæ, liquidæ, laminales chlorophyllosæ, superne parvæ, obscuræ, seriatæ, plerumque rotundate quadratæ, dorso minute papillosæ, usque ad basim marginem secus descendentes, sensim longiores, postremo elongatæ, limbeæ hyalinæ, angustissimæ; *perichætium* archegoniis paucis, atropurpureis; *folia perichætialia* foliis plantæ ceteris similia, sed paullum majora; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Martio a. 1892 legi.

Easely distinguished from *S. afro-ciliatus* by its very wide, looser and dark green tufts; stems longer, nerves papillous, scarcely aculeated; cells only in the uppermost parts of the leaves a little papillous and in a smaller part of the margin aculeated.

Grows on trees, covering the trunk from the base up to a considerable height.

Fig. *a* folia $\frac{32}{1}$; *b* perichætium $\frac{32}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{100}{1}$.

Pl. II. fig. 16 planta magn. nat.

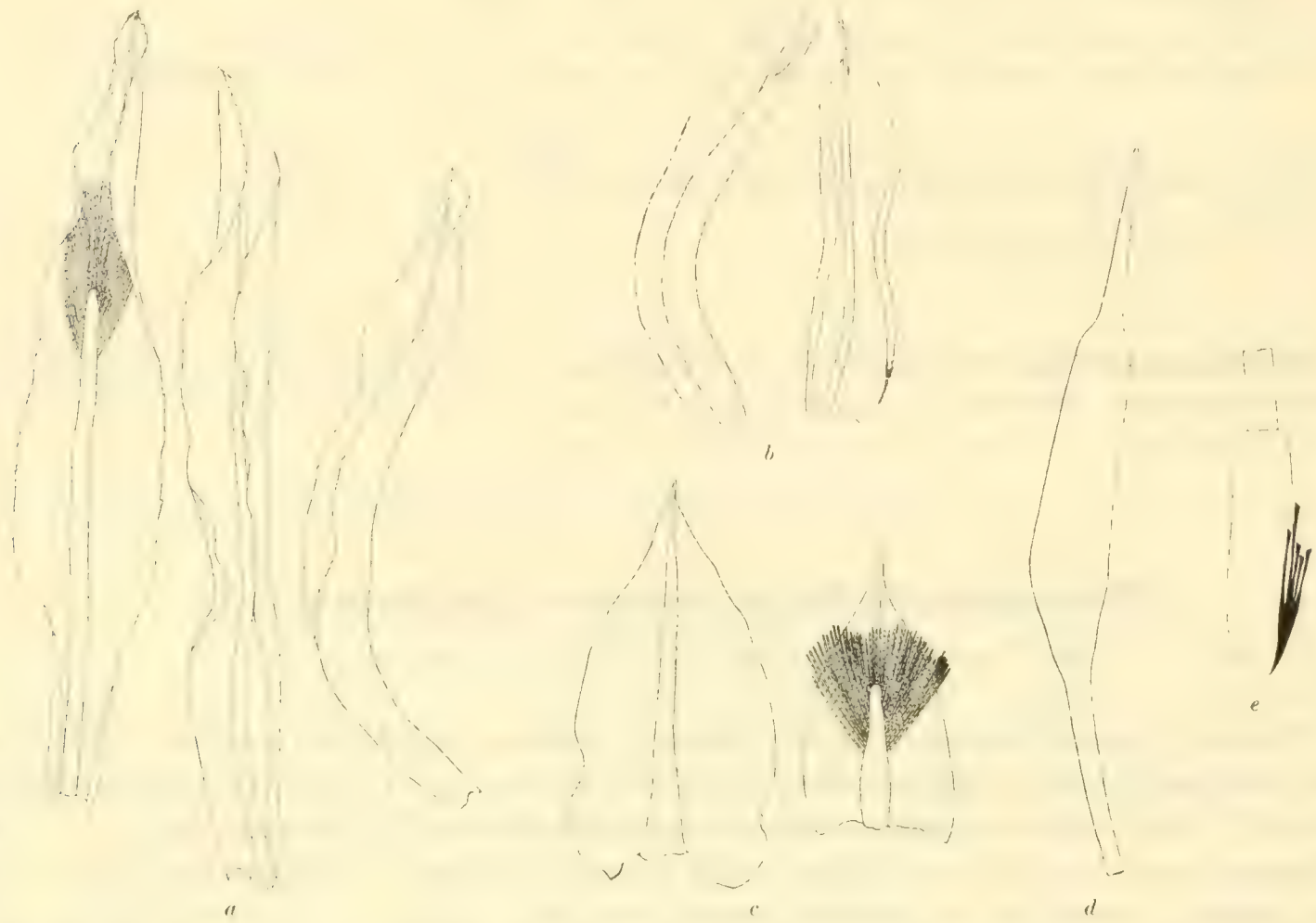
Syrrhopodon (Eusyrrhopodon) afro-tristichus C. Müller n. sp. in litt., collected on the west side of the Cameroons Mountain in the environs of Bomana about 670 m. above the level of the sea, agrees exactly with specimens of *S. lamprocarpus* Mitt. from S. Thomé.

Syrrhopodon (Calymperopsis) disciformis n. sp.

Syn. *Syrrhopodon* (*Calymperopsis*) *Duseni* C. Müller in litt.

Dioicus; planta feminea pallide brunnea, mascula pallide vel sordide viridis; *caulis* erectus, strictus, crassus, rigidus, fertilis simplex et usque ad 1 cm. altus, sterilis simplex et usque ad 1,5 cm. altus, sæpissime rosula coronatus, interdum ob innovationes 1—3 e rosula egredientes usque ad 2,5 cm. altus, infima basi radiculosus; *folia* plantæ femineæ sicca erecto-patentia, incurvata et valde convoluta, humida patula, 4,8—8,5 mm. longa, leniter recurvata, e basi vaginante, nitida et circiter $^1/_3$ folii longitudinis occupante lineari-lanceolata, longiuscule acuminata, mucronata, limbata, limbo e parte hyalina superiore circumducto, angustissimo, remote et minute dentato, marginibus medio et superne inflexis, costa valida, lævissima, in mucronem excurrente, cellulis partis hyalinæ magnis, breviter rectangulis, liquidis, seriatis, cellulis chlorophyllosis parvis, plerumque rotundate quadratis, pallide flavo-brunneis, superioribus marginem versus dorso minute papillosis, ceteris minute prominentibus, inferioribus usque ad basim marginem secus descendentibus, sensim longioribus, postremo elongatis, superna longiora et latiora, sæpe corpusculis puccineoideis aureo-flavis, numerosissimis, dense et fasciculatim confertis ad nervum dispositis; *folia plantæ sterilis* sicca subspiraliter ad caulem adpressa, humida patula, elimbata, marginibus

integris, nunc foliis plantæ femineæ ceterum similia, omnia conformia, nunc superiora multo breviora, in rosulam crateriformem dense conferta, cordata, acuminata, basi caviuscula, superne subplana, nervo valde valido, in acuminem excurrente, cellulis hyalinis magnis, rectangulis vel interdum pentagonis vel hexagonis, liquidis, basalibus aureobrunneis, ad $^1/_3$—$^1/_2$ folii longitudinis productis, cellulis chlorophyllosis parvis sat seriatis, rotundate rectangulis, dorso minute papillosis, subpellucidis, interiora corpusculis numerosissimis, puccineoideis, aureo-flavis, dense fasciculatim confertis, ad nervum dispositis ornata; *setæ* singulæ vel interdum binæ, 6—7 mm. altæ, medio 0,145 mm. crassæ, erectæ, strictæ, rubescentes, sicca subcomplanatæ et dextrorsum leniter tortæ; *theca* deoperculata 2 mm. longa, 0,45 mm. crassa, cylindrica, erecta, symmetrica, pallide brunnea, sicca sub ore haud



constricta, scrobiculata; *peristomium* simplex, dentibus 16, pallide flavis, humidis conniventibus, siccis erectis et superne inflexis, flexuosis, lanceolate subulatis, articulatis, rarissime inferne paullum perforatis, 0,236 mm. capsulam superantibus, 0,035 mm. latis; *operculum* acute conicum, longe et stricte rostratum; *calyptra* pallide flavo-brunnea, superne atro-purpurea et papillosa, 1,5 mm. alta, basi profunde lobata.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi prope Ekumba-Liongo pagum m. Octobri a. 1891 et m. Junio a. 1892 et prope Etome pagum m. Januario a. 1892 c. fr. legi.

Male flowers not found. The rosulæ enclose only gemmæ and are probably transformed female flowers.

This species is very common on the small savannahs in the neighbourhood of Ekumba-Liongo and Mofokko and between Ekumba Ndene and Bakundu-ba-Foe. Found also in the primeval forest, but appears principally to belong to the steppvegetation or at least to the district, where the forest passes into stepps.

Fig. *a* folia plantæ femineæ $\frac{18}{1}$; *b* folia plantæ sterilis $\frac{18}{1}$; *c* folia plantæ sterilis suprema in rosulam conferta $\frac{18}{1}$; *d* capsula $\frac{18}{1}$; *e* vaginula $\frac{22}{1}$.

Pl. II. fig. 15. *a* planta sterilis foliis supremis in rosulam confertis magn. nat.; *b* planta sterilis magn. nat.; *c* planta fertilis magn. nat.; *d* pars capsulæ superior humida $\frac{18}{1}$; *e* pars capsulæ superior sicca $\frac{18}{1}$; *f* pars peristomii $\frac{87}{1}$.

Orthostichidium nov. gen. C. Müller in litt.

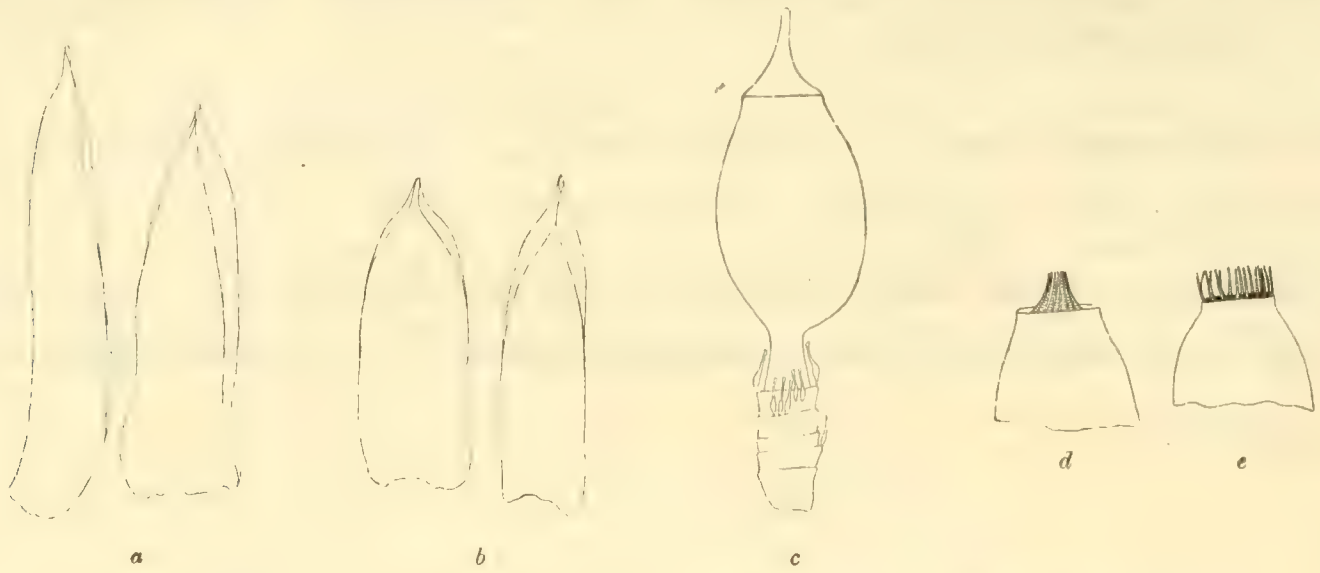
Peristomium simplex; dentes 16, solitarii, infra os thecæ oriundi, basi fere horizontaliter inflexi, deinde erecti, vix conniventes, lanceolate subulati, lamellosi, vix trabeculati, linea media tenui notati; calyptra campanulata, longiuscule acuminata, basi paullum dilatata, margine contracta; cetera cum *Hildebrandtiella* congruentia.

Orthostichidium perpinnatum (Brotherus).

Syn. *Hildebrandtiella perpinnata* Brotherus. Engler's Bot. Jahrb. 20. Band. (1894). p. 196.
Orthostichidium Duseni C. Müller in litt.

Dioicum; nitidum; *caulis* repens, ramosus, ramis adscendentibus, rigidis, haud flexuosis, ad 12 cm. usque altis, densiuscule foliosis, dense et regulariter pinnatim ramulosis, ramulis patulis, strictis, complanatulis, gemma parvula indistincte cuspidatulis, dense foliosis, 1—2 cm. longis; *folia* sicca imbricata, humida erectopatentia, cochleariformia, ramea e basi cordata, vix dilatata breviter oblonga, breviter convolutaceo-acuminata, acutissima, 2—2,2 mm. longa et c. 0,9 mm. lata, marginibus erectis, apice conniventibus, integerrimis, enervia, cellulis angustissimis, elongatis, basilaribus omnibus multo brevioribus et latioribus, valde incrassatis, aureo-fuscis, omnibus lævissimis, ramulina quinqueseriata, rameis similia, sed minora, c. 1,7 mm. longa et c. 0,7 mm. lata; *bracteæ perichætii* in cylindrum longum, angustum congestæ, infimæ parvæ, ovatæ, supremæ elongatæ, convolutaceæ, sensim vel subito longe acuminatæ, integerrimæ, adultæ suberectæ vel leniter arcuate subreflexæ, capsulam superantes; *vaginula* cylindrica, pallide viridis, 0,9 mm. alta; *seta* brevissima, 0,4 mm. alta et basi 0,27 mm. crassa, brunnea; *theca* ovata, pallide viridis, ore aurorea, 1,81 mm. longa et 1,09 mm. crassa, subasymmetrica; *peristomium* simplex, pallide flavum, dentibus 16, humiditate haud vel vix conniventibus, siccitate erectis, subtrabeculatis, lamellosis, linea media notatis, 0,327 mm. os thecæ superantibus; *operculum* conicum, inferne

auroreum, superne pallide flavum, 0,76 mm. altum, rostratum, rostro crasso, brevi, stricto, obtuso; *calyptra* campanulata, rufa, 0,95 mm. alta, superne curvata.



Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi supra Bibundi emporium c. 300 metra supra mare m. Januario a. 1892 c. fr., supra Beam pagum c. 1600 metra supra mare m. Julio a. 1891 c. fr., supra Etome pagum c. 800 metra supra mare m. Januario a. 1892 c. fr. et in montibus Rumpi inter Jumbo pagum et Molonga pagum copiose m. Aprili a. 1892 legi

Very varying in length; forming more or less dense, wide and pendulous tufts at the ends of the branches of trees. Not found in the immediate vicinity of the sea. Very common higher up the mountain, especially at an altitude of from 300 m. to 1600 m.; likely to occur still higher, perhaps almost to the superior limit of the forest (2000 m.). Very often met with in the deep excavated river-beds and not rare in the typical primeval forest. Common in the higher parts of the Rumpi Mountain, not seldom fertile.

Fig. *a* folia ramea $\frac{22}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{22}{1}$; *c* capsula $\frac{18}{1}$; *d* pars capsulæ superior humida $\frac{18}{1}$; *e* pars capsulæ superior sicca $\frac{18}{1}$; *f* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$; *g* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *h* cellulæ folii basales $\frac{100}{1}$.

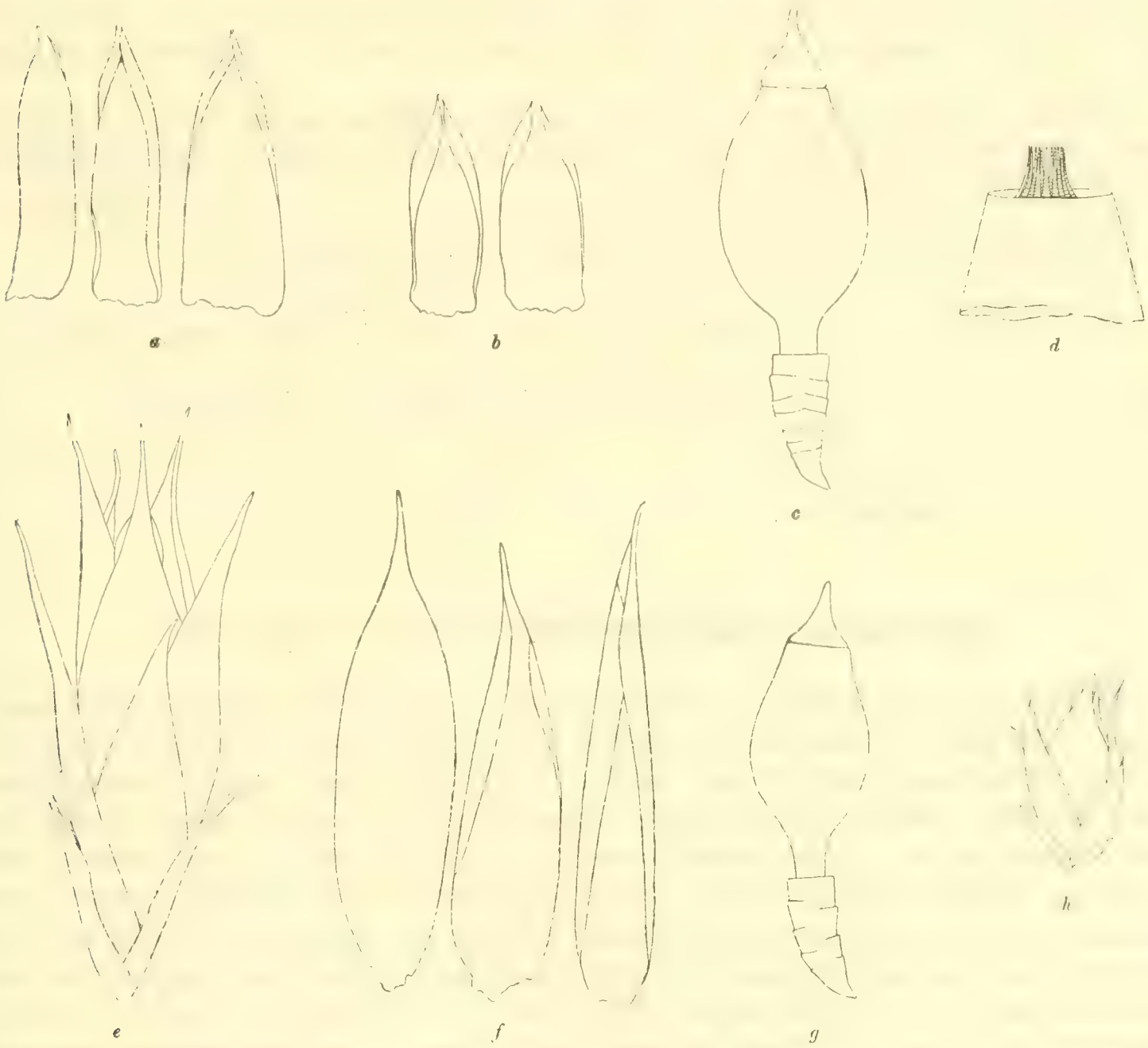
Pl. II. fig. 14 pars peristomii $\frac{100}{1}$.

Pl. V. fig. 5 planta magn. nat.

Orthostichidium Cameruniæ n. sp.

Syn. *Hildebrandtiella Cameruniæ* C. Müller in litt.

Dioicum, laxe cæspitosum, cæspitibus sat expansis, pallide viridibus nitidiusculis; *rami* primarii propendentes, stricti vel leviter arcuati, rigidi, ætate basi defoliati, sat dense



pinnati vel bipinnati; ramulis strictis vel leniter arcuatis, patentibus, dense foliatis, teretibus, haud vel vix attenuatis, breviter acuminatis, rarissime in flagellum productis; *folia*

ramea patentia, laxe imbricata, turgide canaliculata, oblonga, alis rotundatis, apicem versus convolutaceo-acuminata, marginibus integerrimis, planis, summo plerumque conniventibus, ecostata; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, basales multo breviores et latiores, parietibus incrassatis et interruptis, aureo-brunneæ; *ramulina* minora, præcipue breviora et igitur subcochleariformia, distincte spiraliter quinque-seriata, marginibus interdum summo minutissime serrulatis, ceterum foliis rameis similia; *bracteæ perichætii* late lanceolatæ, longe acuminatæ, convolutaceo-vaginantes, erectæ, capsulam superantes, ecostatæ, marginibus integerrimis, cellulis elongatis, angustissimis, parietibus incrassatis, basalibus multo brevioribus et latioribus, aureo-brunneis; *vaginula* subobconella vel subcylindrica; *seta* brevissima, circiter 0,4 mm. crassa; *theca* immersa, fusco-badia, ovata, circiter 1,7 mm. longa et 1,0 mm. crassa, lævis, sicca sub ore haud constricta; *peristomium* simplex, pallide flavum; dentes 16, 0,24 mm. os capsulæ superantes, 0,026—0,037 mm. lati, humidi concave inflexi, subconniventes, sicci erecti, subtrabeculati, lamellosi, linea media notati; *operculum* conicum, vix rostratum; *calyptra* campanulata, longe acuminata, acumine plerumque curvato, ad os capsulæ producta, margine inflexa et igitur operculum perfecte includens; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Batoki pagum m. Octobri a. 1890, ad Bibundi emporium c. fr. m. Augusto a. 1891 et c. fr. immaturis m. Julio a. 1892, ad Kittam emporium m. Augusto a. 1892 legi.

Not seldom found, but only in the immediate vicinity of the sea.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{18}{1}$; *c* capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *d* pars capsulæ superior $\frac{32}{1}$; *e* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *f* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$; *g* capsula operculata $\frac{18}{1}$; *h* flos masculus $\frac{32}{1}$.

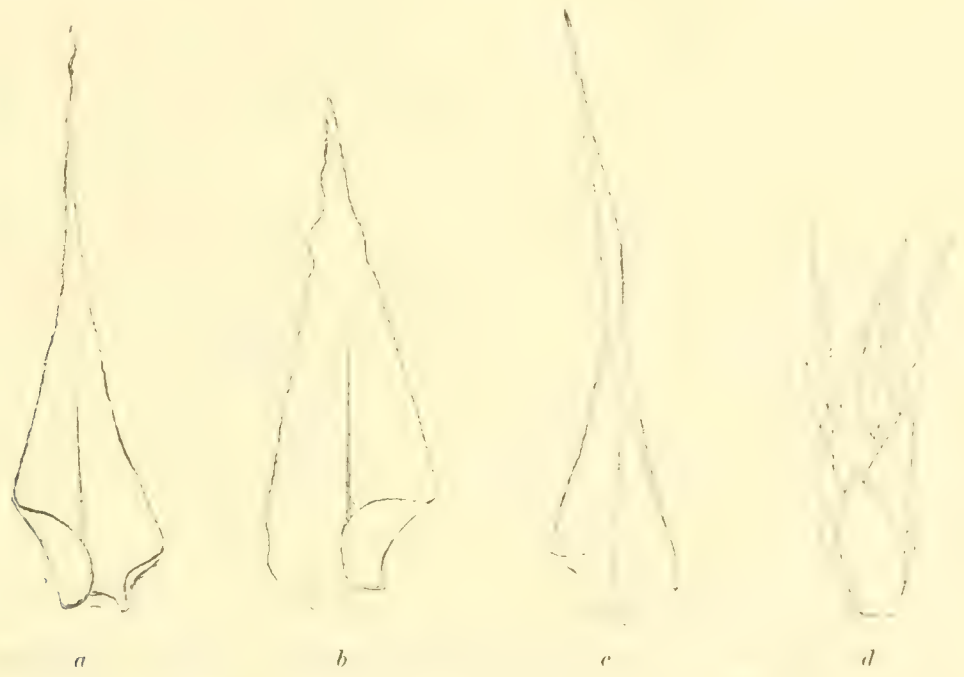
Pl. II. fig. 13 pars peristomii $\frac{200}{1}$;

Pl. V. fig. 7 planta magn. nat.

Eriocladium trachypterum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum; cæspites latissimi, molles, laxissimi, penduli, juventate læte virides, adulti apicem versus pallide virides vel lutescentes, vix nitidi, ceterum umbrini; *rami primarii* usque ad 45 cm. longi, flaccidi, vage curvati, complanati, remote et irregulariter pinnati, ramulis plurimis brevibus, patentissimis, complanatis, vage curvatis, simplicibus et obtusissimis, nonnullis longis, subpendulis, ramulis paucis, brevissimis, patentissimis ornatis; *folia ramea primaria* remota, erecta vel erecto-patentia, e basi ob alas impressas contracta in laminam latiuscule lanceolatam, longissime acuminatam, extremum piliformem et flexuosam producta, semiamplexicaulia, subcanaliculata, marginibus planis, superne plerumque sinuato-undulatis, ubique minutissime denticulatis, nervo tenui ad medium folium vel paullum altius producto; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, papillosæ, basales breviores et latiores, lævissimæ, parietibus parum incrassatis, interruptis, alares rotundate subrectangulares, epapillosæ; *folia ramulina* densiora, patentissima, distichacea, sicca subconvoluta

et subtorta, ceterum foliis rameis primariis plerumque similia, sed interdum præcipue ramulorum seniorum paullum latiora, in acuminem piliformem haud producta; cetera ignota.



Closely allied to *E. pseudo-capense* C. Müller, but more robust, much longer, more branched and more dusky; differs also by the more patent and somewhat longer leaves of the branches.

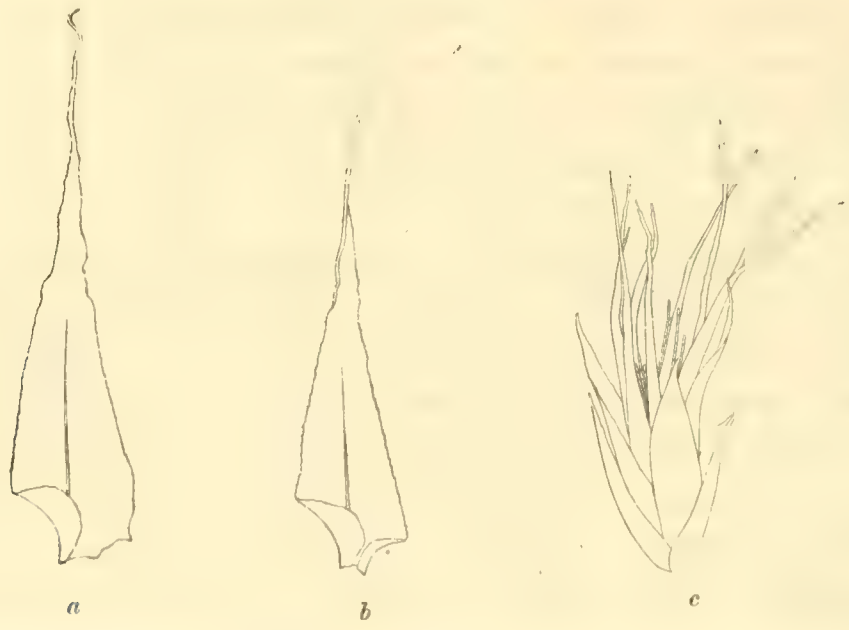
This species is very common on the west side of the mountains in the deep riverbeds, especially from a height of 300—1000 m., and is likely to occur still higher. It is also found in the forest, for instance near Bonge factory, a little above the level of the sea, and on the Rumpi Mountain at a height of 1100 m.

Fig. *a* folium rameum $\frac{32}{1}$; *b* folium ramulinum e ramulis senioribus $\frac{22}{1}$; *c* folium ramulinum e ramulis junioribus $\frac{22}{1}$; *d* flos femineus $\frac{22}{1}$.

Eriocladium longipendulum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum; cæspites latissimi, mollissimi, laxissimi, penduli; *caulis* repens, radiculosus, densiuscule ramosus; *rami primarii* usque ad 25 cm. longi, lutescentes, nitidi, tantum basi proxime pallide umbrini, flexuosi, flaccidissimi, complanati, remotissime irregulariterque pinnati, ramulis brevibus simplicibus, complanatis et patentissimis; *folia ramea* primaria remotiuscula, patentia vel plerumque patentissima, disticha, humida stricta vel interdum subtorta, sicca subconvolutacea et subtorta, e basi ob alas impressas contracta in laminam latiuscule lanceolatam, longissime acuminatam, extremum piliformem, strictam vel flexuosam semper producta, superne saltem subcanaliculata, marginibus planis, superne sinuato-undulatis, ubique minutissime denticulatis, nervo tenui, ad medium folium vel paullum altius producto; *cellulæ* angustissimæ, elongatæ, papillosæ, basales breviores et latiores, parietibus incrassatis et interruptis, lævissimæ, alares rotundate subrectangulares, epapillosæ; *folia ramulina* foliis rameis similia; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi prope Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890 legi.

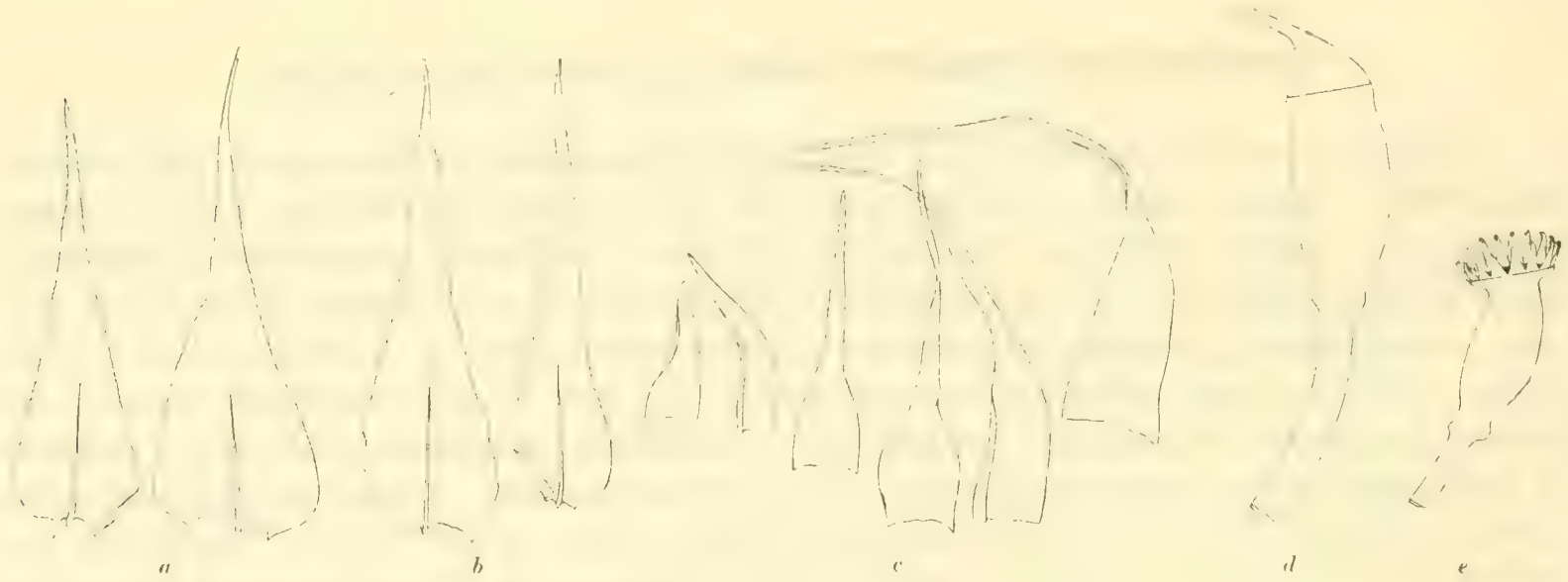


More gracile, much softer of a more pale yellowish colour and more glossy than *E. trachypterum*. Differs also by its leaves that always run out into a long capillaceous acumen. Grows at the ends of the branches of trees and is very often found in the deep excavated river-beds on the west side of the Cameroons Mountain, at a height of 600—900 m., might occur still higher.

Fig. *a* folium rameum $\frac{22}{1}$; *b* folium ramulinum $\frac{22}{1}$; *c* flos femineus $\frac{22}{1}$.

Papillaria Cameruniæ C. MÜLLER n. sp. in litt.

Dioica, gracillima, pendula, flaccidissima, usque ad 30 cm. longa, juventate læte viridis vel lutescens, ætate lutescens vel flavo-brunnea vel interdum sordido-viridis, intricate



cæspitosa; *caulis* repens, dense ramosus; *rami primarii* vage curvati, remote et irregulariter pinnati; *rami secundarii* basim ramorum versus longi, penduli, irregulariter pinnati,

apicem ramorum versus breves, patentes vel patentissimi, stricti vel vage curvati, plerumque simplices, tum remoti, tum densiusculi; *folia ramea* erecta vel suberecta, siccitate plerumque utroque latere reflexa et plus minus crispata, humiditate suberecta vel patentia, stricta vel summo flexuosa, haud disticha, marginibus basi haud vel vix reflexis, paullum decurrentia, e basi rotundata attenuato-cuspidata, basi haud vel vix concava, ubique minutissime serrulata, nervo tenui, circiter ad medium folium producto; *cellulæ* angustissimæ, seriatim papillosæ, basales multo breviores et latiores, hyalinæ, alares paucæ, subinflatæ, rectangulares, hyalinæ; *folia ramulina* disticha, patentissima, sicca utroque latere inferne medioque reflexa vel inflexa, interdum etiam subtorta, ceterum foliis rameis similia; *bracteæ perichætii* externæ oblongæ, acuminatæ, suberectæ, remotius papillosæ, internæ e basi breviuscula et lata sat subito attenuatæ et loriforme elongatæ, arcuate reflexæ vel interdum secunde curvatæ, ecostatæ, haud vel superne tantum remote papillosæ, marginibus superne minutissime serrulatis, ceterum integris, cellulis laxioribus; *vaginula* cylindrica; *seta* pendula plerumque leniter curvata, 2,5—3,7 mm. longa et medio 0,18 mm. crassa, thecam versus crassior, rubescens, vetusta atro-rubra; *theca* stricta, vetusta et sicca interdum leniter curvata, vix symmetrica, apophysi annulari lataque instructa, humida vix, sicca mediocriter, vetusta valde sub ore constricta, 1—1,8 mm. longa et 0,30—0,57 mm. crassa, ovato-oblonga vel subcylindrica, sordide viridis, vetusta atro-rubra; *peristomium* duplex; *dentes exostomii* 16, lanceolati, sordide flavo-brunnei, humidi conniventes, sicci erecti et superne uncinate inflexi, in dimidia parte inferiore dense transversaliter striolati, in superiore nodulose articulati et minutissime papillosi, papillis præcipue secus parietes incrassatos cellularum dispositis, valde lamellosi, inferne trabeculis paucis humilibusque ornati et linea media serrata notati, 0,54 mm. alti et 0,08 mm. lati; *dentes endostomii* lanceolate subulati, 0,35 mm. alti et 0,038—0,046 mm. lati, pallide flavi, carinati, ad lineam mediam anguste perforati, ubique ob papillas minutissimas dense granulosis; *membrana* basilaris 0,19 mm. alta, minutissime granulosa; *operculum* conicum, rostratum, rostro longo, acuto, obliquo; *calyptra* dimidiata, lanato-hirta, in stylum protracta; *sporæ* 0,0216—0,0270 mm. magnæ.

Planta mascula rara, plantæ femineæ similis; flores masculi et feminei plerumque numerosi et in ramis et ramulis dispositi; folia perigonalia late ovata, in acumen longiusculum, minutissime serrulatum producta.

Habitat in Camerunia in ramulis truncisque arborum, interdum in rupibus et foliis vivis, ubi prope Bomanam pagum c. fr. mense Januario a. 1891, circiter 300 metra supra Bibundi pagum c. fr. mense Januario a. 1892, prope Basse pagum c. fr. mense Januario a. 1892, prope Etome pagum c. fr. mense Januario a. 1892 legi.

The size of the capsule appears to be very variable. On the application of water the extern peristomial teeth break off at the base. Rudimentary cilia may, perhaps, be found, but the insufficient material has not permitted me to decide this point.

This species is one of the most common mosses in the Cameroon-territory on the west side of the Cameroons Mountain from the sea up to a height of 1,200 m. and may be still higher. It is abundant especially in the deep excavated river-beds, where it grows in large masses at the ends of the branches of the trees. On the south-east side of the mountain, I found it very small and gracile on basaltic rocks in the neighbourhood of Bea, 950 m. over the sea. Mostly barren.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$; *c* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *d* capsula $\frac{18}{1}$.

Pl. II. fig. 18. *a* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b* pars superior capsulæ siccitate $\frac{32}{1}$; *c* dens peristomii externi $\frac{100}{1}$; *d* dens peristomii externi a latere visus $\frac{100}{1}$; *e* pars peristomii interni $\frac{100}{1}$; *f* flos masculus $\frac{32}{1}$.

Papillaria Jumboana C. Müller n. sp. in litt.

Pendula, gracilis, flaccidissima, usque ad 23 cm. longa vel longior, basi medioque fuliginea, apicem versus sordide viridis vel plerumque lutescens; caulis repens, remote ramosus; *rami primarii* strictiusculi vel vage curvati, basim versus defoliati, præcipue

a *b* *c*

apicem versus remote et irregulariter pinnati; *rami secundarii* longi, penduli, vage curvati, simplices vel remotissime ramulosi, ramulis plerumque brevibus, patentissimis, interdum longiusculis, subpendulis, coma brevi coronatis; *folia ramea* erecta vel patentia, amplexicaulia, siccitate utroque latere reflexa, humiditate marginibus planis et superne sinuato-undulatis, e basi ob alas magnas rotundatas impressas angusta subito dilatata, in laminam oblongam, demum longissime capillari-cuspidatam, flexuosam, summo articulatam producta, basi haud vel vix concava, superne interdum subcanaliculata, ubique minutissime serrulata, nervo tenui, circiter ad medium folium evanido; *cellulæ* angustissimæ, ob 3—4, interdum 5 papillas superpositas obscuræ, basales laxiores lævissimæ, alares paullum laxiores lævissimæ vel subpapillosæ; *folia ramulina* ad medium et summum ramulum paullum minora, sicca utroque latere reflexa vel interdum inflexa, raro subtorta, ceterum foliis rameis similia, ad basim ramulorum paullum longiora, multo latiora, brevius acuminata, patentissima; cetera ignota.

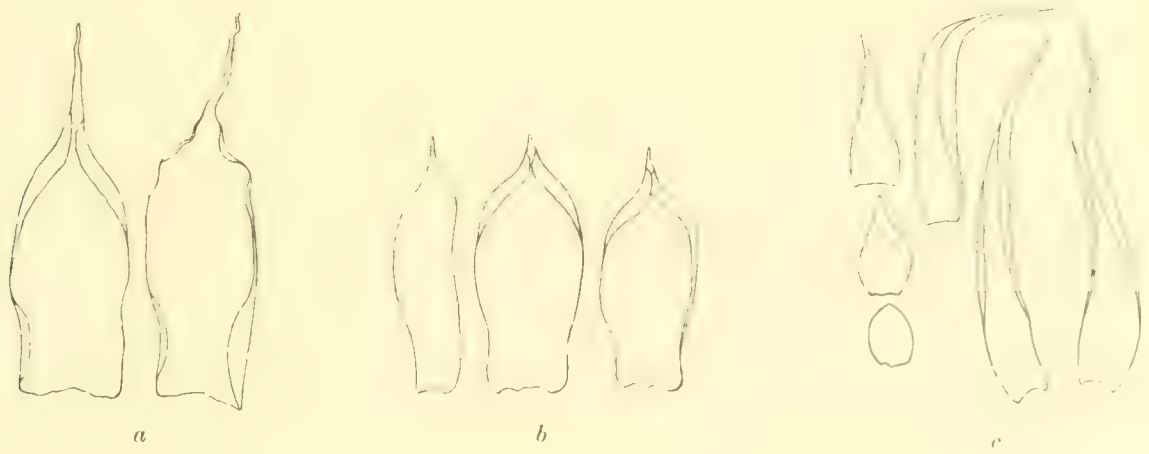
Habitat in Camerunia in ramulis arbusculorum, ubi in montibus Rumpi ad Jumbo pagum c. 1,100 metra supra mare m. Aprili a. 1892 legi.

Fig. *a* folium ramulinum e parte basali ramulorum $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina e parte apicali ramulorum $\frac{32}{1}$; *c* cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. III. fig. 3 planta magn. nat.

Pilotrichella sordido-viridis C. Müller n. sp. in litt.

Dioica; caulis repens, fasciculatim radiculosus, dense et intricate ramosus; *rami primarii* penduli, usque ad 50 cm. longi, subflaccidi, basin versus squalido-virides, apicem versus pallide virides, nitidiusculi, stricti vel vage curvati; *rami secundarii* plerumque breviusculi, patentissimi, stricti vel leniter arcuate curvati, attenuati, remoti, raro ramulis paucis, brevibus, patentissimis præditi, nonulli longi, penduli, ceterum ramis primariis si-



a *b* *c*

miles; *folia ramea primaria* appressa, densiuscula, imbricata, semiamplexicaulia, e basi subcordata in laminam oblongam producta, in acumen longum, angustum, acutum, summo flexuosum excurrentia, concava, superne interdum subconvoluta, marginibus planis, apicem versus crispatis, subintegris vel medio et superne minutissime remote serrulatis, enervia; *cellulæ* angustæ, lineares, elongatæ, pallide virides, parce chlorophyllosæ, basales flavæ vel pallide flavæ, latiores et breviores, parietibus incrassatis et interruptis, alares flavæ, laxiores et inæquales; *folia ramea secundaria* et *ramulina* patula, imbricata, distinctissime spiraliter quinque-seriata, oblonga, superne rotundata, sat subito in acumen breviusculum, acutum contracta, basi subcordata et parum impressa, subcochleariformia, apicem versus subconvoluta, marginibus ubique acumine excepto minutissime serrulatis, enervia vel cum vestigiis costæ flavæ, brevissimæ, exilis, cellulis ut in foliis rameis primariis; *bracteæ perichætii* vaginantes, lanceolate elongatæ, longe acuminatæ, usque ad mediam setam prominentes, subconvolutæ, erectæ vel suberectæ, enerves, marginibus planis integrisque, cellulis apicalibus medianisque elongatis, angustissimis, basalibus multo brevioribus et latioribus, aureo-flavis vel aureo-brunneis; *vaginula* cylindrica, fusco-rubra; *seta* 3—3,5 mm. longa, 0,15 mm. crassa, aureo-flava, stricta vel plerumque leniter arcuata, lævissima; *theca* ovato-

cylindrica, aureo-brunnea, ætate badia, exannulata, sicca sub ore constricta, subtuberculata, deoperculata 1,5 mm. longa et 0,58 mm. crassa; *peristomium* duplex, flavum; *dentes exostomii* humidi fere stricti, conniventes, sicci reflexi, superne arcuate inflexi et conniventes, lanceolate subulati, lamellosi, linea media notati et interdum superne perforati, 0,477 mm. alti et 0,05 mm. lati; dentes *endostomii* angustissimi, lineares, ad lineam mediam anguste perforati, 0,40 mm. alti et 0,019 mm. lati; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Bibundi emporium m. Julio a. 1892 c. fr. legi.

This very splendid species is the largest of its genus, which I found in the Cameroons. It forms very large, expanded, pendulous tufts at the ends of the branches of trees and is very common by the rivers and creeks and in the lower parts of the deep excavated river-channels. It seems to like the neighbourhood of the sea, as I never found it very far inland nor at a greater height above the sea.

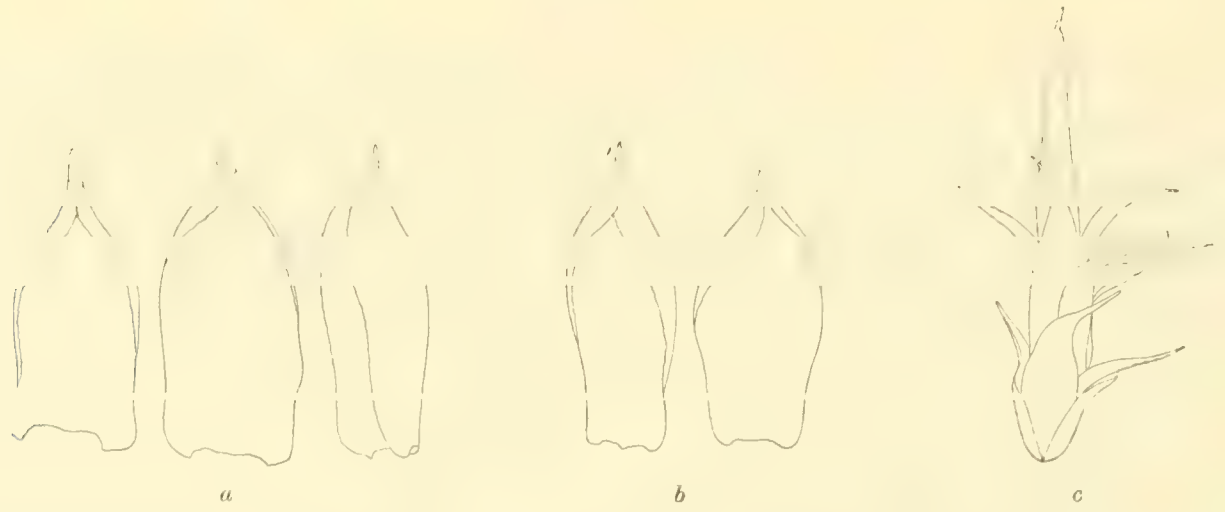
Fig. *a* folia ramea $\frac{22}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{22}{1}$; *c* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$.

Pl. II. fig. 19. *a* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b* capsula humida $\frac{18}{1}$; *c* pars peristomii $\frac{62}{1}$.

Pl. IV. fig. 3 planta magn. nat.

Pilotrichella communis C. Müller n. sp. in litt.

Dioica; caulis repens, densiuscule ramosus; *rami* penduli, usque ad 20 cm. longi, fusco-virides, apicem versus pallide virides, nitidiusculi, stricti vel vage curvati, rigidiusculi, remote irregulariterque pinnati, ramulis usque ad 2 cm. longis, strictis vel plus



a *b* *c*

minusve arcuatis, basin ramorum versus patentes, attenuatis, acuminatis, rarissime in flagellum productis, medium et apicem ramorum versus brevioribus, patentissimis, vix attenuatis, obtusis, plerumque simplicibus vel perparce ramulosis; *folia ramea* suberecta vel patentia, densa, imbricata, semiamplexicaulia, alis rotundatis, parvis, e basi vix dilatata

oblonga, subito in acumen breve, sæpissime paullum recurvatum contracta, turgide concava, marginibus planis, superne haud vel raro conniventibus, subintegris vel minutissime serrulatis, enervia; *cellulæ* angustissimæ, lineares, pallidæ, chlorophyllosæ, basales breviores et latiores, parietibus parum incrassatis et vix interruptis, alares parvæ, inæquales; *folia ramulina* paullum minora, patula, vesiculoso-concava, marginibus plerumque conniventibus, ceterum foliis rameis similia; *bracteæ perichætii* vaginantes, erectæ, longe et plus minusve recurve acuminatæ, enerves, marginibus planis et integerrimis, cellulis angustissimis, linearibus, inferioribus latioribus et brevioribus; cetera ignota.

Sat dense, sed vix intricate cæspitosa, in ramis ramulisque arborum crescens.

Habitat in Camerunia, ubi ad Isangille (Oran) pagum m. Martio a. 1892 c. fr. parum evolutis legi.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$; *c* perichætium $\frac{22}{1}$.

Pl. IV. fig. 1 planta magn. nat.

Pilotrichella latiramea C. Müller n. sp. in litt.

Dioica (?); *rami* sat remoti, penduli, usque ad 30 cm. longi, squalido-virides, stricti, distiche, remote et irregulariter pinnati, ramulis myosuroideis, brevibus, usque ad 2,5 cm. longis, patentissimis, leviter attenuatis, obtusis, strictis vel leviter curvatis, crassiusculis,

a *b* *c*

turgidis, simplicibus vel raro ramulo uno vel binis, brevissimis ornatis; *folia ramea* densa, suberecta, imbricata, e basi parum dilatata, alis rotundatis parvis, oblonga, summo subito contracta et in acumen breve producta, turgide concava, marginibus superne plerumque conniventibus, ubique acumine excepto minutissime denticulatis, enervia; *cellulæ* angustissimæ, elongatæ, lineares, pallidæ, basales flavæ, breviores et latiores, parietibus incrassatis et interruptis, alares minutæ, aureo-flavæ vel aureo-brunneæ; *folia ramulina* dense conferta, laxe imbricata, patula, distinctissime quinque-seriata, minora, vesiculoso-concava, marginibus magis conniventibus, ceterum foliis rameis similia; flores femineos non vidimus; cetera desunt.

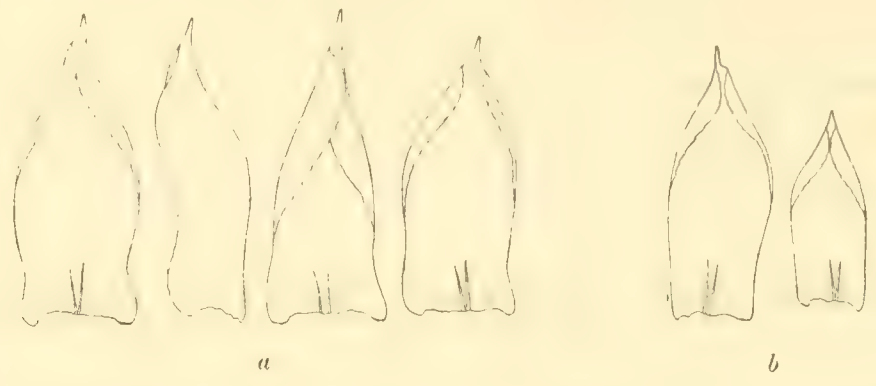
Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Julio a. 1892 legi.

Fig. *a* folia ramea $\frac{22}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{22}{1}$; *c* flos masculus $\frac{32}{1}$.

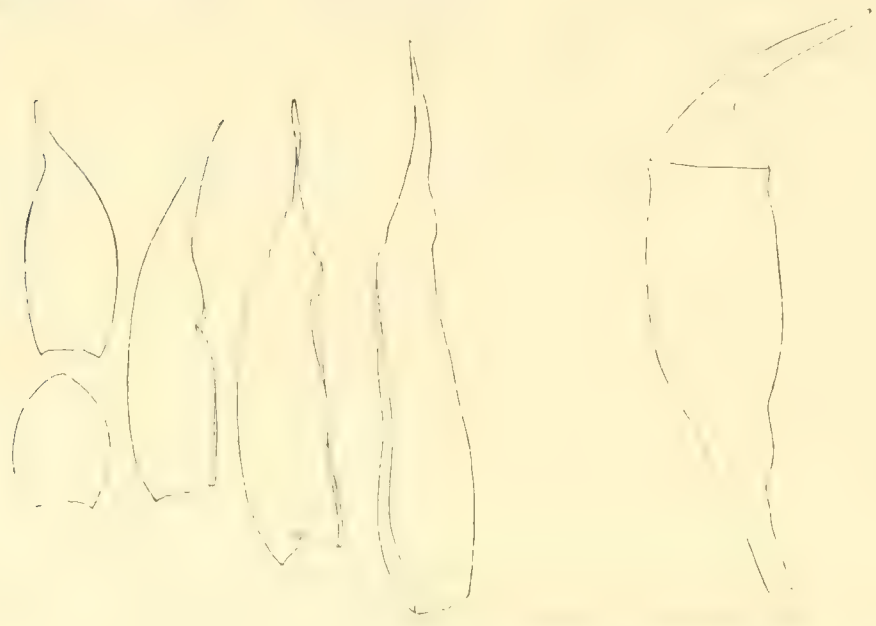
Pl. IV. fig. 2 planta magn. nat.

Pilotrichella gracilicaulis C. Müller n. sp. in litt.

Dioica; caulis repens, radiculosus; *rami primarii* penduli, usque ad 40 cm. longi, stricti vel leniter vage curvati, rigidiusculi, vix nitidi, basim versus defoliati, tum remoti, longissimi, basin versus sordido-virides, apicem versus pallide virides, tum multo breviores



a *b*



c *d*

et densiores, valde intricati, basin versus flavo-brunnei, apicem versus pallide virides; *rami secundarii* remoti, tum penduli, longi et iterum ramosi, tum breves, patuli, plerumque simplices, attenuati; *folia ramea primaria* densa, sicca subappressa, humida patentia, imbricata, e basi subcordata et semiamplexicauli in laminam oblongam, e medio folio attenuatam, apicem versus interdum convolutaceo-cucullatam producta, breviuscule acuminata, bullate concava, marginibus planis, apicem versus sæpissime conniventibus, sub-

integris vel ubique acumine excepto minutissime serrulatis, enervia vel nervis binis flavescentibus, brevibus, indistinctis munita; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, pallide virides vel pallide aureo-brunneæ, basales breviores et latiores, parietibus incrassatis sed vix interruptis, alares laxiores, rotundate rectangulares vel diversiformes; *folia ramulina* paullo minora, densiora, patula, imbricata, distinctissime quinque-seriata, plerumque nervis binis, brevibus, plus minusve indistinctis prædita, interdum unicostata vel enervia, ceterum foliis rameis primariis similia; *bracteæ perichætii* vaginantes, erectæ, lanceolate elongatæ, longe acuminatæ, marginibus planis integrisque, enerves, cellulis angustissimis, elongatis, basalibus latioribus et brevioribus; *vaginula* cylindrica, pallide viridis, ore fuscorubra, 0,9—1,0 mm. alta; *seta* circiter 4 mm. alta et 0,15 mm. crassa, pallide viridis, lævis, stricta vel plerumque plus minusve arcuata; *theca* badia, deoperculata circiter 1,45 mm. longa et 0,7 mm. crassa, breviter ovali-cylindrica, exannulata, subtuberculata, sicca sub ore constricta; *peristomium* duplex, pallide flavum; *dentes exostomii* humidi fere stricti, conniventes, sicci valde reflexi, sed superne arcuate inflexi, lanceolato-subulati, lamellati, linea media notati, minutissime granulosi, 0,527 mm. alti et 0,054 mm. lati; dentes *endostomii* parum breviores, subcarinati, ad lineam mediam anguste perforati, minutissime granulosi; *operculum* conicum, longe rostratum, rostro obliquo; *calyptra* dimidiata, lanato-hirta; *sporæ* virides, rotundæ vel subrotundæ, 0,013—0,020 mm., plerumque 0,019 mm. magnæ.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Julio a. 1892 c. fr. et inter Bibundi pagum et Bomanam pagum c. 300 metra supra mare m. Decembri a. 1890 c. fr. et Januario a. 1892 c. fr. legi.

Very common on the west side of the Cameroons Mountain, but not found in the immediate neighbourhood of the sea; appears to thrive best at a height of 200—800 m. In the dark forest it is green and long and very often fertile, growing rather thinly. In the more open and light country it grows much denser, intricate and shorter, is yellowish-brown and usually in a barren state.

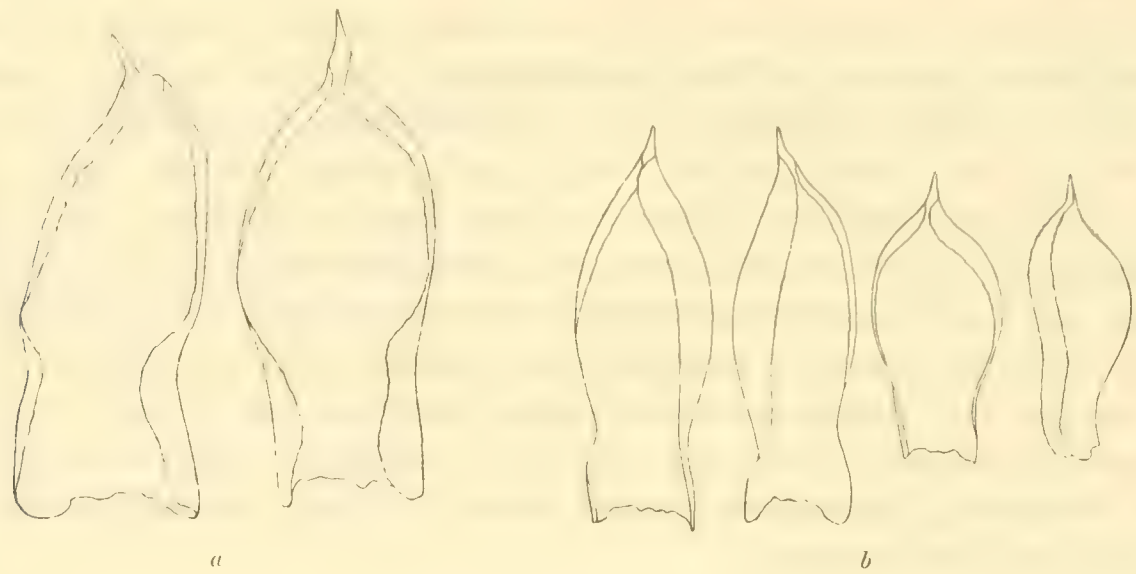
Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$; *c* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *d* capsula $\frac{22}{1}$.

Pl. II. fig. 20. *a* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b* capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *c* capsula sicca $\frac{22}{1}$; *d* capsula humida $\frac{22}{1}$; *e* pars exostomii $\frac{100}{1}$; *f* pars endostomii $\frac{100}{1}$.

Pilotrichella turgidellacea C. Müller n. sp. in litt.

Dense et intricate cæspitosa, cæspitibus expansis, aureo-brunneis; *rami* penduli, usque ad 20 cm. longi, rigidiusculi, stricti vel vage curvati, apicem versus plerumque arcuati, sat remote ramosi, ramulis turgidiusculis, basin ramorum versus longiusculis, arcuate subpendulis, remotissime et plerumque simpliciter ramulosis, apicem ramorum versus sensim multo brevioribus, patentissimis, strictis vel curvatulis, simplicibus; *folia ramea* erecta, imbricata, semiamplexicaulia, e basi cordata parum dilatata, oblonga, subito con-

tracta, in acumen longiusculum excurrentia, valde concava, marginibus planis, superne haud vel vix conniventibus, subintegris vel ubique minutissime serrulatis, enervia vel breviter unicostata; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, lineares, basales latiores et breviores, parietibus incrassatis et interruptis, alares sat paucæ, minutæ, inæquales; *folia ramulina* densa spiraliter quinque-seriata, patentia, laxe imbricata, minora, brevius acuminata, vesiculoso-



a *b*

concava, marginibus plerumque conniventibus, enervia vel indistincte nervata, ceterum foliis rameis similia; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramis ramulisque arborum, ubi ad Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890 et supra Etome pagum c. 800 metra supra mare m. Januario a. 1892 legi.

Not found below the height of 500 m. on the west side of the Cameroons Mountains. In the neighbourhood of Bomana, 670 m. above the sea, I very often saw this moss, quite covering the tree-branches in very dense tufts. On the west side of the Little Cameroons' Pike I found it at a height of 800 m., growing comparatively thinly at the ends of the branches of trees.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$.

Pilotrichella panduræfolia C. Müller n. sp. in litt.

Vix vel laxissime cæspitosa, cæspitibus haud expansis; *rami primarii* usque ad 18 cm. longi, apicem versus pallide virides, basim versus lutescenti-virides vel brunnescentes, nitidiusculi, remote irregulariterque pinnati, turgescentes, strictiusculi, extremum arcuati; *rami secundarii* plurimi breves, usque ad 1,5 cm. longi, simplices vel ramulis perpaucis, brevissimis, patentissimi, attenuati, turgescentes, nonnulli longi, penduli, remote irregulariterque pinnati; *folia* ramea primaria densa, erecto-patentia, laxe imbricata, e basi ob alas magnas contracta in laminam panduræformem, subito longiuscule, acute, reflexe acuminatam producta, turgescente concava, marginibus planis, apicem versus plerumque

conniventibus, ubique minutissime serrulatis, enervia vel cum vestigiis costæ brevissimæ; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, lineares, pallide flavo-brunneæ, basales parietibus incrassatis;

a *b*

folia ramulina magis conferta, paullum minora, patentia, spiraliter quinque-seriata, ceterum foliis rameis primariis similia; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis ramulisque arborum, ubi in montibus Rumpi ad Tokko pagum c. 900 metra supra mare m. Aprili a. 1892 et in montibus Camerunensibus c. 300 metra supra mare m. Januario a. 1892 legi.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$.

Pilotrichella Mülleri n. sp.

Syn. *Orthostichella Duseni* C. MÜLLER in litt.

Caulis repens radiculosus; *rami primarii* penduli, usque ad 20 cm. longi, rigidi, basin versus fusco-brunnei, apicem versus pallide virides, nitidiusculi, stricti vel vage

b *a*

arcuati, ad basin sat dense ramosi, apicem versus remote et irregulariter pinnati, ramulis brevibus, haud attenuatis, sed acuminatis, patentissimis; *rami secundarii* seniores sæpissime longi, penduli vel subpenduli, ceterum ramis primariis similes; *folia ramea* dense

subjulaceo-imbricata, semiamplexicaulia, e basi ob alas magnas cordata et compressa raptim dilatata, deinde sat subito attenuata et breviter acuminata, turgescente concava, capulæformia, marginibus integris vel acumine excepto ubique minutissime serrulatis, enervia; *cellulæ* elongatæ, angustissimæ, lineares, superiores aureo-brunneæ, inferiores pallidiores, basales plerumque pallide virides, breviores et latiores, parietibus incrassatis et interruptis, alares sat paucæ et minutæ; *folia ramulina* plus minusve distincte quinque-seriata, parum minora, ceterum foliis rameis similia; cetera ignota.

Cæspitosus, cæspitibus densis, expansis, intricatis.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi supra Beam pagum c. 1,600 metra supra mare m. Julio a. 1891 legi.

A particularly distinct species, very different from all others of the same genus, that were collected by me in the Cameroons. Found only on the south-east side of the Cameroons Mountain. Does not appear to occur on the west side of the same mountain; in the neighbourhood of Bomana for instance, I did not find it, although I made many excursions, ascending to a height of 1,200 m.

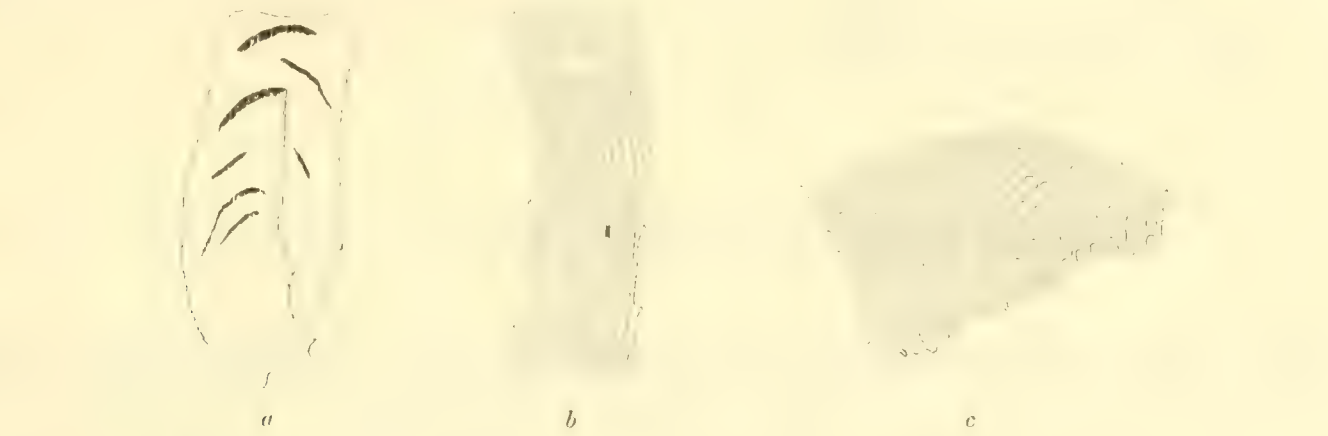
Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$.

Pl. III. fig. 1 planta magn. nat.

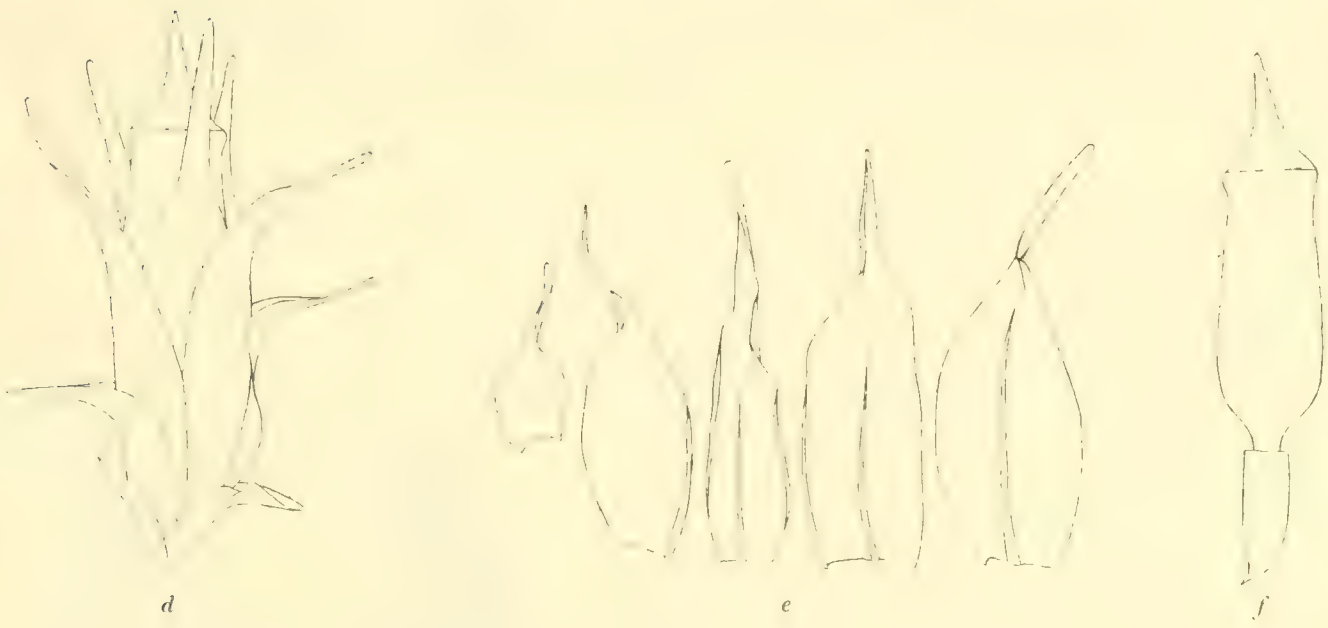
Distichia Afro-Victoriæ C. Müller n. sp. in litt.

Dioica viridis vel lutescente-viridis, subsericea, propendens, usque ad 16 cm. longa; *caulis* longe repens, plerumque remote ramosus; *rami* complanati, cum foliis usque ad 4 mm. lati, stricti vel leniter arcuati, plerumque remotissime irregulariterque pinnati, ramulis cum foliis usque ad 4 mm. latis, patentissimis, haud attenuatis, complanatis, apice rotundatis, plerumque brevibus; *folia* disticha, patentissima, undulata, e basi uno latere impressa et angustiore in laminam oblongo-lingulatam, truncatam producta, subasymmetrica, uno latere valde auriculata, auricula perinflexa, marginibus uno latere inflexis, ceterum planis, fere ubique minutissime serrulatis, costa unica, concolori, ad $^2/_3$ folii evanescente producta, stricta vel leniterrime arcuata, rarissime superne furcata; *cellulis* apicalibus sat parvis, diversiformibus, plerumque rotundate rhombeis vel ellipticis, medianis paullum longioribus, basalibus elongatis; *bracteæ perichætii* vaginantes, erectæ, oblongæ, elongate acuminatæ, capsulam plerumque superantes, nervo longe supra mediam bracteam evanido, marginibus summo tantum minutissime denticulatis, cellulis magis elongatis; *vaginula* cylindrica; *seta* brevissima; *theca* immersa, ovato-cylindrica, humida paullum, sicca magnopere sub ore constricta, lævis; *peristomium* duplex; dentes *exostomii* 16, pallide flavi, lanceolati-subulati, 0,378 mm. alti et 0,032—0,043 mm. lati, humiditate conniventes, siccitate leniter reflexi, superne arcuate inflexi, subconniventes, nodulosi, lamellosi, granulosi, linea media plus minusve distincta notati; dentes *endostomii* filiformes, pallide aureo-brunnei, 0,432 mm. longi et 0,016 mm. lati, lamellosi, linea media indistincta notati, interdum inferne minutissime perforati, minus granulosi, membrana basilari brevissima; *operculum*

acute conicum; *calyptra* mitrata, pilosa, partem capsulæ superiorem, dilatatam includens; *sporæ* virides, circiter 0,0189 mm. magnæ.



a *b* *c*



d *e* *f*

Habitat in Camerunia in ramulis truncisque arborum, ubi prope Victoriam emporium m. Julio a. 1891, ad Etome pagum m. Januario a. 1892, supra Bibundi pagum c. 230 metra supra mare c. fr. m. Januario a. 1892, ad Ekundu Ndene emporium c. fr. vetustis m. Martio a. 1892 et ad Ndian emporium m. Martio a. 1892 legi.

Many female flowers have been examined and in one of them I found an antherid, which I thought to be a deformation.

This species is not rare from the sea up to the height of about 500 m. and occurs particularly in the deep excavated river-beds on the west side of the mountain.

Fig. *a* folium $\frac{22}{1}$; *b* cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *d* perichætium cum capsula $\frac{18}{1}$; *e* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$; *f* capsula $\frac{18}{1}$.

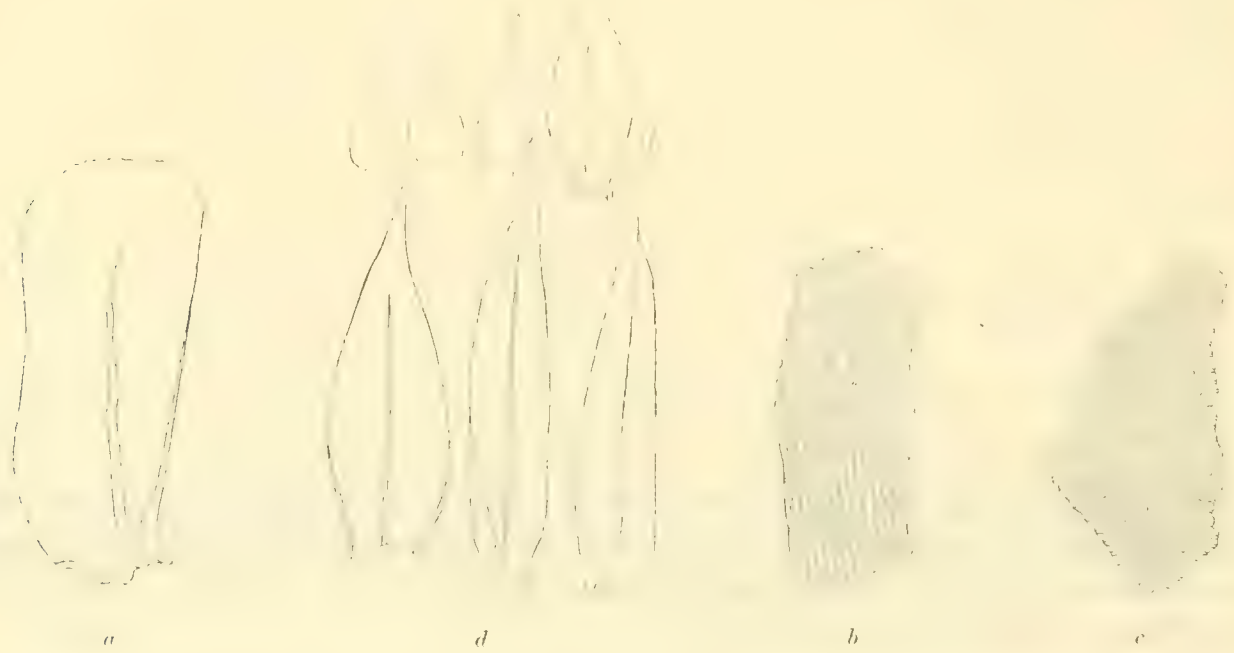
Pl. I. fig. 5 *a* pars capsulæ superior humiditate $\frac{18}{1}$; *b* pars superior capsulæ siccitate $\frac{18}{1}$; *c* pars superior capsulæ calyptratæ $\frac{18}{1}$; *d* pars peristomii $\frac{142}{1}$; *e* dens endostomii a latere visus $\frac{142}{1}$; *f* dens exostomii a latere visus $\frac{142}{1}$.

Pl. III. fig. 4 planta magn. nat.

Neckera (Rystophyllum) subremota C. Müller n. sp. in litt., collected on the Camerons Mountain at the height of 2,500 m., differs from *N. remota* Br. & Sch. only in its broader external peristomial teeth; scarcely distinguished from this species. According to W. Mitten, G. Mann collected *N. remota* on the Cameroons Mountain at the height of 2,130 m.

Neckera spurio-truncata C. Müller n. sp. in litt.

Autoica, laxe cæspitosa, rigidiuscula, sordide viridis, extremum viridis vel lutescente viridis; *rami primarii* usque ad 16 cm. longi et cum foliis 3,5 mm. lati, stricti vel arcuati, superne interdum arcuate deflexi, summo leniter attenuati, complanati, remote et irregulariter pinnati vel bipinnati, ramulis longioribus vel brevioribus, patentibus vel



a *d* *b* *c*

patentissimis, tum obtusis et vix attenuatis, tum leniter attenuatis, rarissime in flagellum productis, complanatis; *folia* disticha, patula, imbricata, sicca utroque latere plus minusve revoluta, humida plana, stricta, e basi compressa in laminam subasymmetricam, oblongo-lingulatam producta, marginibus uno latere e basi ad medium folium vel altius inflexis, ceterum planis, apice erosulis, alis rotundatis, minutissime serrulatis vel denticulatis, interdum integris, nervo valido, leniterrime curvato, interdum flexuoso, longe infra apicem evanido; *cellulæ* basales elongatæ, præcipue uno latere marginem secus progredientes, ceteræ diversiformes, plerumque rotundate rhombeæ, parietibus incrassatis; *bracteæ perichætii* externæ reflexæ, internæ erectæ, late lanceolatæ, vaginantes, capsulam deoperculatam superantes, marginibus planis, integerrimis, nervo apicem versus evanido, cellulis elongatis, angustissimis, basalibus brevioribus et latioribus; *vaginula* cylindrica; *seta* brevissima, 0,3 mm. crassa; *theca* immersa, deoperculata 2 mm. longa et 0,8 mm. crassa, inferne fusco-viridis, os versus atra, vetusta atra, ovato-cylindrica, symmetrica, macrostoma, sicca haud

vel vix sub ore constricta; *peristomium* duplex, brunnescens; dentes *exostomii* 16, elongate lanceolati, humiditate conniventes, siccitate erecti, apicibus inflexis, 0,42 mm. alti et 0,048 mm. lati, nodulosi, lamellosi, scaberuli, linea media indistincta, subpellucida notati, rarissime inferne parce rotundate perforati; dentes *endostomii* subulati, dentibus exostomii æquilongi, 0,016 mm. lati, subnodulosi, lamellosi, linea media indistincta notati, scaberuli, membrana basilari brevissima; *sporæ* virides, 0,019—0,023 mm. magnæ; plura non vidimus.

Habitat in Camerunia in radicibus arborum, ubi ad Ndian emporium c. fr. m. Martio a. 1892 legi.

Habit resembling that of *N. truncata* (PALIS.), which is very common in the Cameroons-territory and very likely in the whole of West-Africa. Is is, however, very distinct and readily distinguished, being more robust and dusky, with comparatively few capsules, the *N. truncata* on the contrary usually having numerous such. The capsule is much darker, very shortly pedicellate or quite unpedicellate, the peristome much longer and darker and only little papillous; the perichætial leaves are much wider and not denticulate in their upper parts etc.

Fig. *a* folium $\frac{32}{1}$; *b* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$; *c* cellulæ folii basales $\frac{142}{1}$; *d* cellulæ folii apicales $\frac{142}{1}$.

Pl. I fig. 2. *a* perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b* capsula humiditate $\frac{18}{1}$; *c* pars capsulæ superior siccitate $\frac{18}{1}$; *d* pars peristomii $\frac{100}{1}$; *e* dens exostomii a latere visus $\frac{100}{1}$; *f* dens endostomii a latere visus $\frac{100}{1}$.

Pl. III. fig. 2 planta magn. nat.

Neckera hookeriacea C. MÜLLER n. sp. in litt.

Autoica, dense cæspitosa, sat mollis, decumbens, per intervalla temporum fluitans, usque ad 23 cm. longa, sordido-viridis, extremum lutescens; *caulis* repens, dense ramosus; *rami primarii* basim versus ætate defoliati, complanati, sat graciles, cum foliis usque ad 2 mm. lati, remote irregulariterque tripinnati, ramulis basin ramorum versus longis, pinnatis vel bipinnatis, apicem ramorum versus brevibus, patentibus, obtusis, haud attenuatis et numquam flagelliformibus, complanatis; *folia ramea* et *ramulina* patentia, disticha, imbricata, sicca plus minusve, plerumque subsecunde curvata, humida stricta, e basi impressa et angusta in laminam oblongo-lingulatam producta, subasymmetrica, apice rotundata, plana, marginibus uno latere inflexis, ceterum planis, superne minutissime serrulatis vel denticulatis, nervo valido, pallido, rarissime summo bifurcato, infra apicem evanido; *cellulis* parietibus sat incrassatis, basalibus elongatis, marginem secus progredientibus, ceteris rotundate rhombeis; plura non vidimus.

Habitat in Camerunia, ubi prope Barrikam pagum in saxis rupibusque ad flumen Jongalove sitis m. Februario a. 1891 legi.

Fig. *a* folia $\frac{22}{1}$.

Pl. I. fig. 13. *a* flos masculus $\frac{18}{1}$; *b* flos femineus $\frac{18}{1}$.

Pl. III. fig. 5 planta magn. nat.

Neckera (Calyptothecium) breviuscula C. Müller n. sp. in litt.

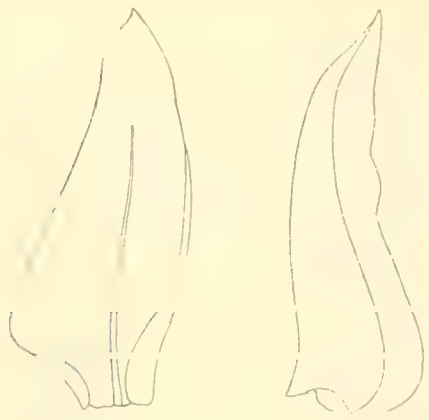
Caulis repens, dense ramosus; *rami* usque ad 7 cm. longi, rigidi, stricti, sordido-virides, summo lutescente virides, inferne fere complanati, superne subteretes, remote simpliciterque pinnati, interdum fere simplices, ramulis brevibus patentibus, senioribus fere complanatis, junioribus teretibus vel subteretibus, obtusissimis; *folia* densa, patentia, laxe imbricata, usque ad 2,9 mm. longa et planefacta 1,2 mm. lata, oblonga, subito breviter acuminata, turgide concava, summo subplana, apice plus minusve recurvato, marginibus planis integris, nervo pallide viridi, tenui, plus minusve longe supra medium folium evanido; *cellulæ* angustissimæ, lineares, parietibus incrassatis et interruptis, basales multo breviores et latiores, plerumque aureo-brunneæ, alares minutæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi supra Beam pagum c. 1,100 metra supra mare m. Julio a. 1891 legi.

Pl. I. fig. 3. *a* planta magn. nat.; *b* folium $\frac{18}{1}$.

Neckera (Calyptothecium) longiuscula C. Müller n. sp. in litt.

Caulis repens, dense ramosus; *rami* penduli, usque ad 8 cm. longi, leniter arcuati, rigidi, juventate læte virides et nitidi, ætate pallide virides, simpliciter pinnati, ramulis patulis, strictis vel leniter arcuatis, complanatis, obtusis; *folia* disticha, densa, laxe imbricata, patentia vel patula, alis rotundis, magnis, usque ad 3,2 mm. longa et planefacta 1,5 mm. lata, e basi impressa oblonga, sensim attenuata, breviter acuminata, turgide concava, marginibus planis, integris, nervo pallide viridi, tenui, longe supra medium folium evanido; *cellulæ* angustissimæ, lineares, parietibus incrassatis et interruptis, basales multo breviores et latiores, aureæ vel aureo-brunneæ, alares sat minutæ; cetera ignota.



a *b*

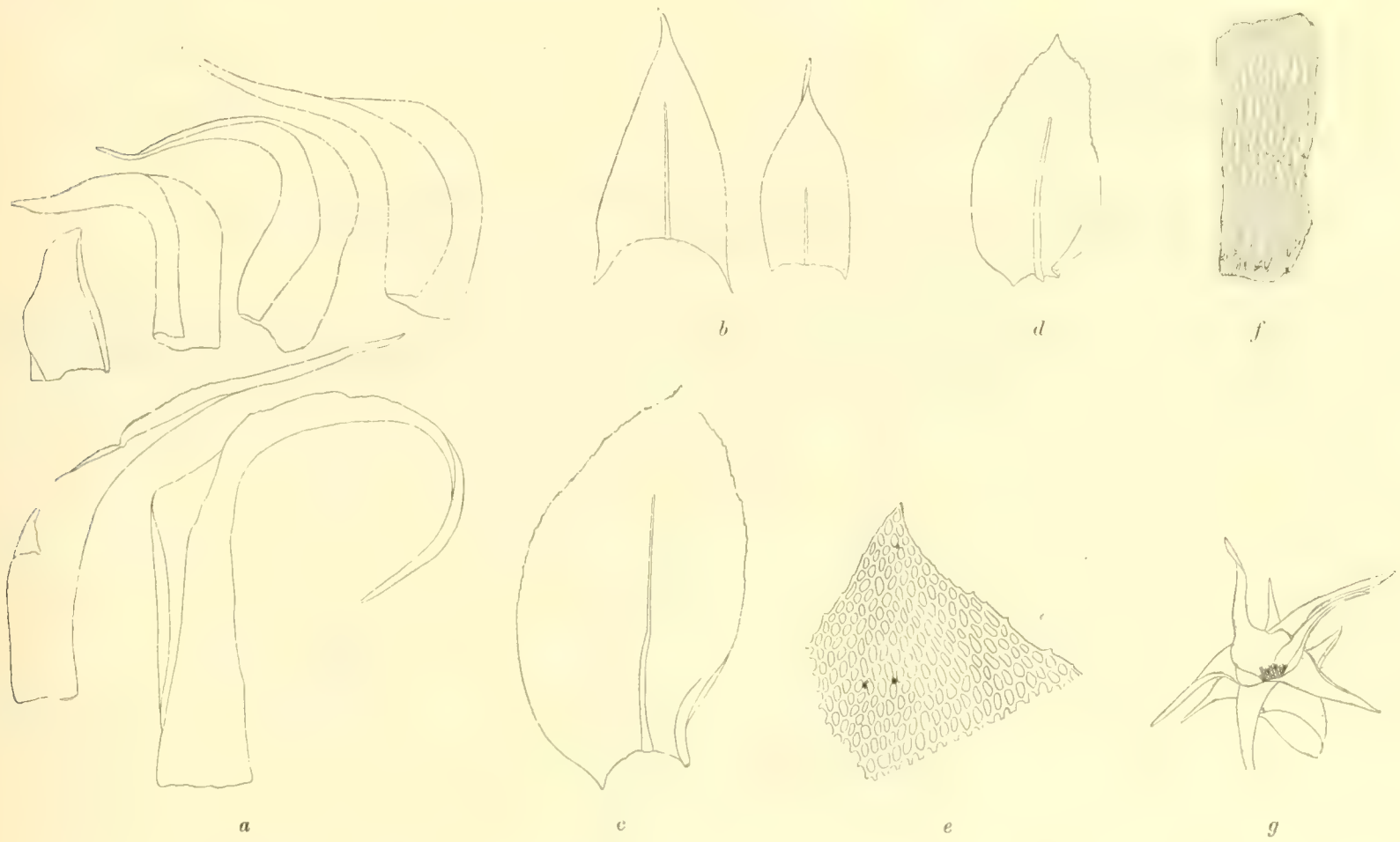
Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi supra Beam pagum c. 1,050 metra supra mare m. Julio a. 1891 et in montibus Ballue ad Bonga-Lisoni pagum c. 570 metra supra mare m. Junio a. 1892 legi.

Fig. *a* folium $\frac{18}{1}$; *b* folium a latere visum $\frac{18}{1}$.

Pl. I. fig. 4 planta magn. nat.

Porotrichum chalaropteris C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, vix vel laxe cæspitosum, pendulum, usque ad 40 cm. longum, normaliter flavo-brunneum, basim versus fusco-brunneum, rarissime ubique viride, rigidiusculum, haud nitidum; *rami primarii* basi ætate defoliati, complanati, basim versus sat dense, apicem versus remote ramosi; *rami secundarii* complanati, plurimi breves, patentissimi, leniter attenuati, stricti vel paullum curvati, remotissime pinnati, haud vel rarissime in flagellum producti, nonnulli longi, penduli vel subpenduli, remote irregulariterque bipinnatim vel tripinnatim ramulosi; *folia ramea* basi ramorum fere squamæformia, semiamplexicaulia, imbricato-appressa, e basi lata sensim attenuata, acutissima, canaliculata, marginibus planis vel inferne subreflexis, integerrimis vel superne minutissime serrulatis, plus minusve distincte longeque nervata, cellulis sat elongatis, cetera disticha, imbricata, fere patentissima, asymmetrica, ovata, breviter apiculata, concava, marginibus uno latere ob plicam unam reflexis, ceterum planis, medio et superne minutissime serrulatis, inferne integris vel subintegris, cellulis parietibus incrassatis, apicalibus ellipticis, basalibus elongatis, nervo crasso, flavo, interdum rubescente, longe supra medium folium evanido; *folia ramulina* foliis rameis similia, sed minora; *bracteæ perichætii* e basi longe vaginante patentissimæ vel reflexæ, cuspidatæ, enerves, cellulis angustissimis, pallidis, basalibus brevioribus et latioribus, aureo-brunneis; cetera desunt.



Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Bibundi pagum m. Julio a. 1892; ad Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890, prope Etome pagum c. 330 metra supra mare m. Januario a. 1892 c. fr. vetustis, supra Bibundi pagum c. 300 metra supra mare m. Julio a. 1892 legi.

This fine and magnificent species, which grows at the ends of the branches of trees, is very common, but only to be found in the deep excavated river-beds on the west side of the Cameroons Mountain from the sea up to a height of at least 1,000 m. Usually barren.

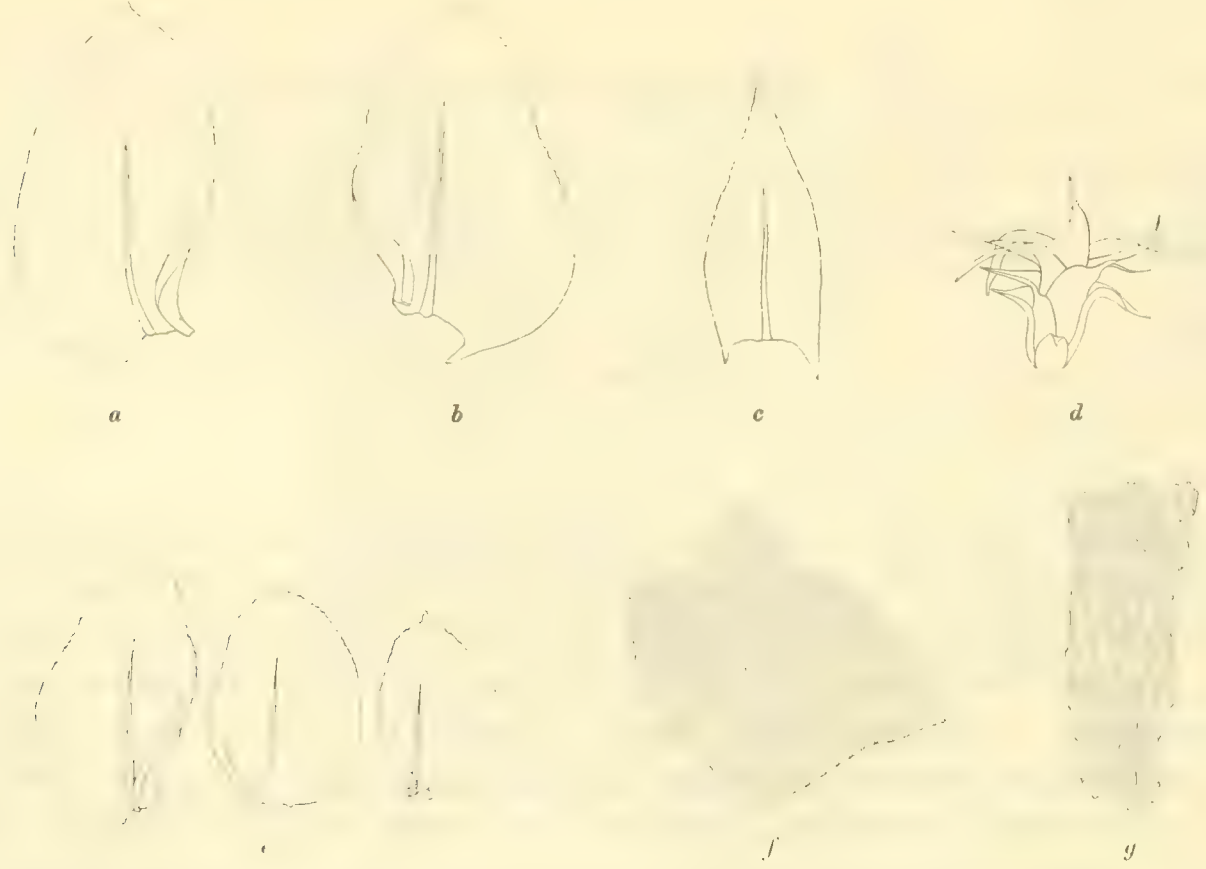
Some few old capsules I found, but an accurate description of the fruit cannot be given. The pendulous seta seems to be stramineous, straight, 3,6—5,5 mm. long and 0,25 mm. thick; the capsule brown, ovate or ovate-oblong, 1,8—2,4 mm. long and about 0,96 mm. thick; the extern peristomial teeth yellowish, lamellated, with medial line, reaching 0,56 mm. out of the mouth of the capsule.

Fig. *a* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *b* folia ramea ad basim rami sita $\frac{32}{1}$; *c* folium rameum $\frac{32}{1}$; *d* folium ramulinum $\frac{32}{1}$; *e* cellulæ apicales $\frac{142}{1}$; *f* cellulæ basales $\frac{142}{1}$; *g* flos femineus $\frac{18}{1}$.

Pl. V. fig. 3 planta magn. nat.

Porotrichum stolonirameum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum; caulis longe repens, fasciculatim radiculosus, remote ramosus; *rami primarii* infima basi ætate defoliati, pallide virides vel flavo-brunnei, erecti vel plerumque e



ramulis arborum horizontaliter patentissimi, haud penduli, usque ad 7 cm. longi, stricti vel interdum leniter arcuati, rigidi, complanati, dense tripinnatim ramulosi, ramulis tum

brevibus, tum longiusculis, patulis vel patentissimis, complanatis; attenuatis, sæpe in flagellum productis; *folia* ramea et ramulina ovata vel late ovata, ceterum ut in præcedente; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Martio a. 1891 legi.

Having many characters of *P. chalaropteris*, but, for all that, very distinct and easely distinguished; differing at once by its, comparatively, much shorter, not pendulous branches, much denser and usually flagelliform branchlets.

Fig. *a* et *b* folia ramea $\frac{32}{1}$; *c* folium rameum inferius $\frac{32}{1}$; *d* flos femineus $\frac{18}{1}$; *e* folia ramulina $\frac{32}{1}$ *f* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *g* cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

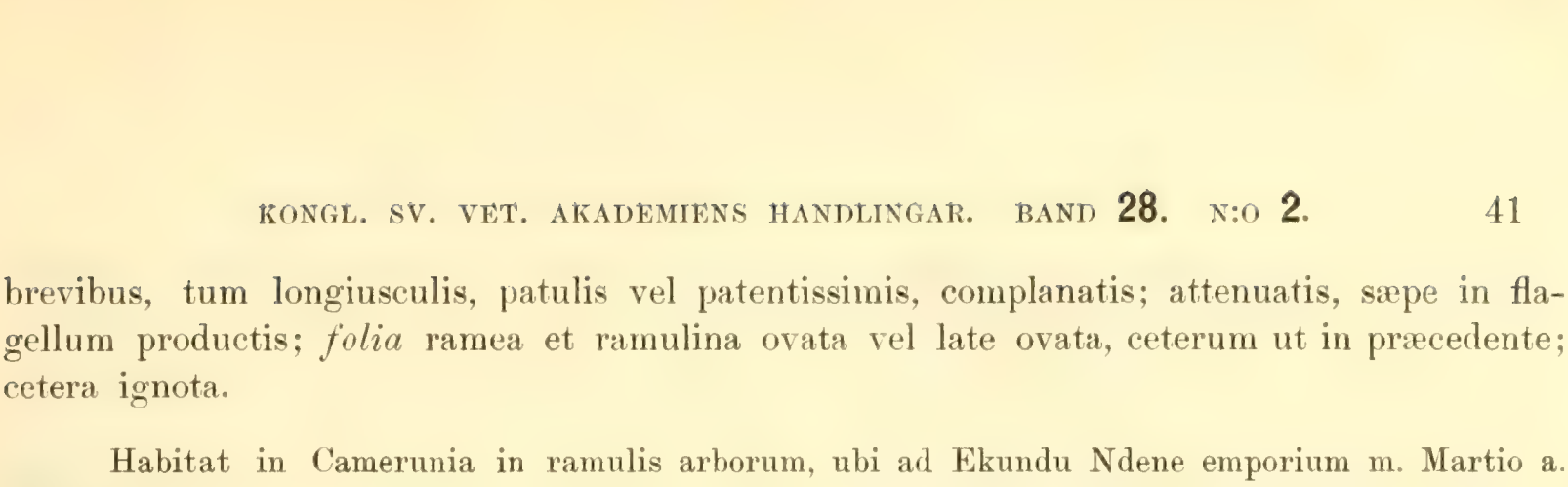
Pl. V. fig. 1 planta magn. nat.

Porotrichum (Pinatella) Braunii Brotherus.

Engler's Bot. Jahrb. 20. Band. (1894), p. 200.

Syn. *Neckera* (*Paraphysanthus*) *Duseni* C. M. in litt.

»*Dioicum*; valde complanatum, pallide viride; *caulis* longissime repens, divisionibus 1—4 cm. altis, erectis, strictis, brevissime stipitatis, inferne foliis squamæformibus, densis præditis, dein simpliciter pinnatis vel plerumque dense bipinnatis, ramulis valde com-



planatis, ad 1 cm. usque longis, curvatulis, obtusis, rarius flagelliformibus; *folia* stipitis erecta, lanceolata, acuminata, acuta, paullum decurrentia, marginibus erectis, superne minutissime serrulatis, nervo ad vel supra medium evanido, *caulina* multo majora, disticha, valde asymmetrica, ovato-ovalia, obtusa, breviter apiculata, marginibus basi excepta minute serrulatis, nervo tenui, sat longe infra apicem evanido, *cellulis* basilaribus elongatis, angustis, superioribus sensim brevioribus, apicalibus rhombeis, omnibus lævissimis, *ramulina* multo minora, marginibus argutius serrulatis.» *Bracteæ perichætii* e basi vaginante patentissimæ vel recurvatæ, lanceolatæ, attenuatæ, acutæ, enerves, marginibus integris, cellulis elongatis. Archegonii et paraphyses numerosi; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Augusto a. 1890 et ad Bomanam pagum m. Decembri a. 1890 legi.

Not rare in the coast-district and on the west side of the mountains up to a height of at least 800 m.

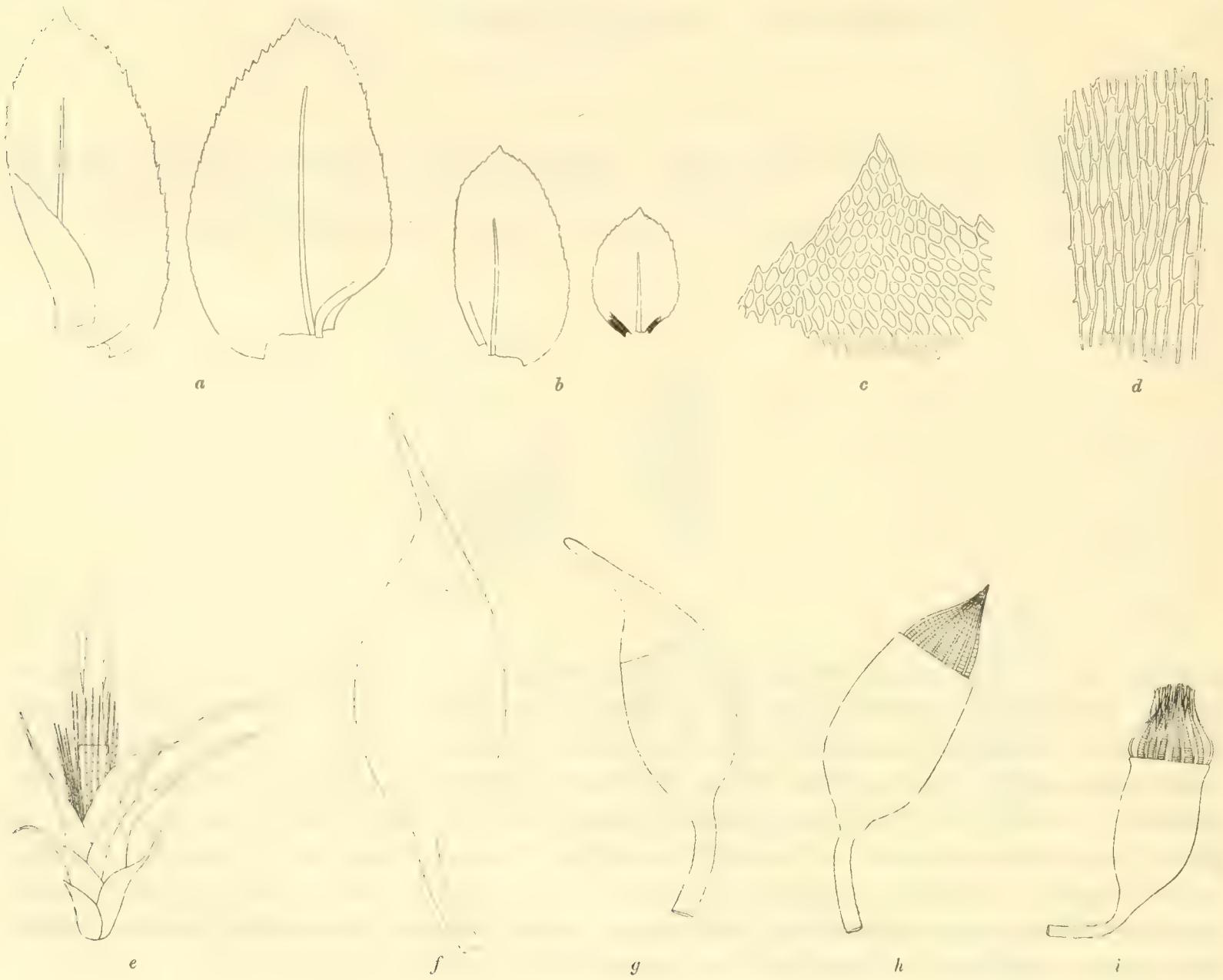
Fig. *a* folium rameum inferius $\frac{22}{1}$; *b* folium rameum $\frac{22}{1}$; *c* folium ramulinum $\frac{22}{1}$; *d* cellulæ basales $\frac{87}{1}$; *e* cellulæ apicales $\frac{87}{1}$; *f* bracteæ perichætii $\frac{22}{1}$.

Pl. I. fig. 1. *a* planta $^1/_2$ magn. nat.; *b* flos femineus $\frac{18}{1}$.

Porotrichum ramulosum (Mitt.).

Syn. *Neckera ramulosa* Mitt.. Linn. Proc. Botany, Vol. VII, p. 160.

Dioicum, laxe cæspitosum, læte viride vel pallide viride; »gracile, *ramis* bipinnatis, *foliis* compressis, ovato-oblongis, acuminatis, ramulinis rotundato-ovatis, nervo ultra medium



producto, marginibus a medio ad apicem argute subduplicato serrulatis, cellulis superioribus oblongo-rotundis, inferioribus elongatis»; *bracteæ perichætii* lanceolatæ, erectæ, longe et plus minusve recurve elongatæ, enerves, marginibus integerrimis, cellulis elongatis, linearibus, basalibus brevioribus et latioribus; *vaginula* cylindrica vel subcylindrica; *seta* pallide straminea, erecta vel interdum vage curvata, superne papillosa, medio et inferne lævissima, circiter 18 mm. longa; *theca* castanea, erecta vel suberecta, ovata, humida subtuberculosa, sicca scrobiculata et paullum sub ore constricta, plerumque 1,6 mm. longa et 0,86 mm. lata; *peristomium* duplex, externum sulphureum, internum luteum; dentes 16, *externi* humidi conniventes, sicci fere erecti, 1,1 mm. alti et 0,076—0,089 mm. lati, lanceolate subulati, trabeculati et lamellosi, interdum hic illic et plus minusve ad lineam mediam inferne rotundate, superne anguste perforati, minutissime granulosi, *interni* subulati, nodulosi, subcarinati, ad lineam mediam anguste perforati, minutissime granulosi; *cilia* brevissima, subbina, imperfecta; *operculum* conicum, rostro obliquo; *calyptra* non adulta lanato-hirta.

Habitat in Camerunia in ramulis truncisque arborum, ubi prope Bomanam pagum c. fr. m. Julio a. 1892 et ad Beam pagum c. fr. m. Julio a. 1891 legi.

Usually about 7 cm. long, very often with fruits or numerous female flowers; the male plant is not found.

I did not observe this species in the immediate proximity of the sea and found it first at a height of about 400 m. It was very common in the surroundings of Bomana (670 m.), usually growing at the ends of the branches of trees; also in the neigbourhood of Bea (950 m.), on trunks. This species was collected by Mr. G. Mann on the Cameroons Mountain at a height of 1200 m.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *d* cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *e* perichætium $\frac{18}{1}$; *f* et *g* capsulæ $\frac{18}{1}$; *h* capsula humida $\frac{18}{1}$; *i* capsula sicca $\frac{18}{1}$.

Pl. I. fig. 6 *a* pars exostomii; *b* pars endostomii.

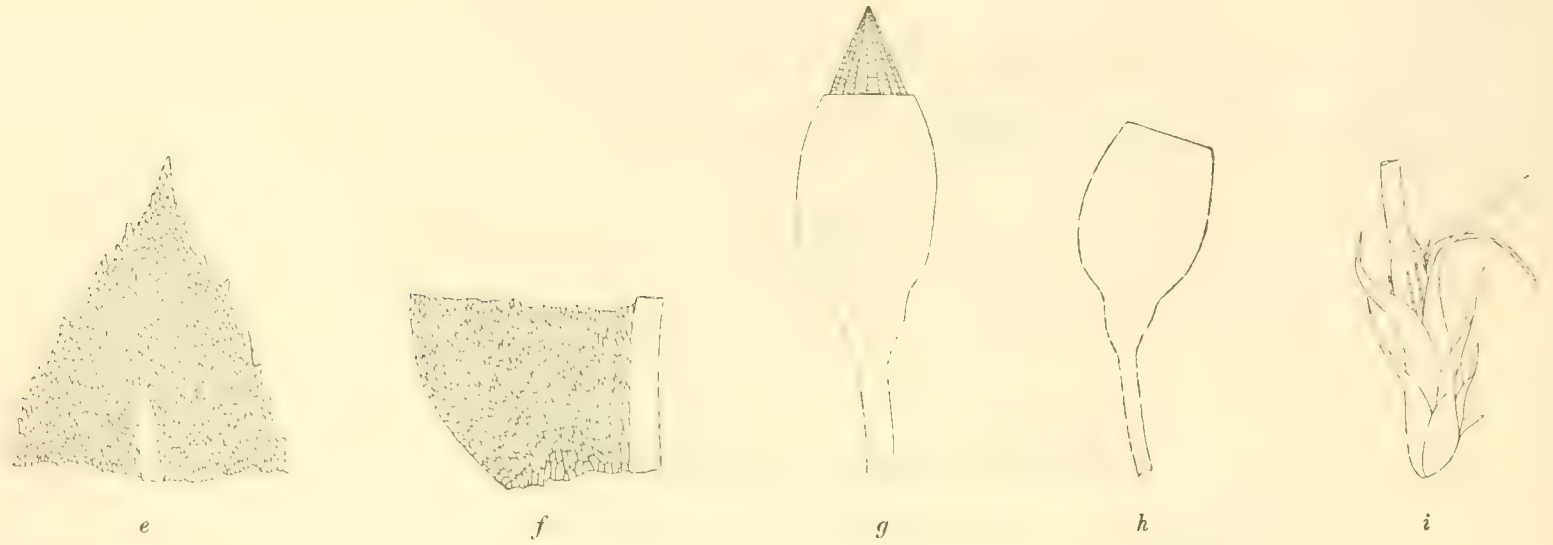
Pl. VI. fig. 6 planta magn. nat.

Porotrichum punctulatum n. sp.

Syn. *Porotrichum punctulatum* C. Müller in litt.
» *subpunctulatum* C. Müller in litt.

Dioicum, laxe cæspitosum, cæspitibus valde expansis, lutescente vel interdum sordide viridibus; *caulis* longe repens, parce ramosus; rami ruberecti vel e cortice arborum patentissimi vel interdum subpenduli, plerumque 4—5 cm. longi, rigidiusculi, interdum elongati, 10—14 cm. longi, apicem versus radiculosi, inferne plus minusve longe simplices, ceterum tum remotius tum densius irregulariter pinnatim vel bipinnatim ramulosi, ramulis brevibus, patentibus, teretibus, obtusis vel interdum leviter attenuatis, rarissime in flagellum productis; *folia* ramea inferiora parva, squarrose reflexa, fere squamæformia, brevia, e basi lata sat subito attenuata, longiuscule acuminata, marginibus e basi ad medium folium

reflexis, medio et superne minutissime serrulatis, nervo infra apicem evanido, cellulis elongatis, superiora multo majora, patula, ovato-oblonga, caviuscula, acuta, marginibus inferne subreflexis, ceterum planis, superne serratis, deorsum minutissime serrulatis, nervo crasso, infra apicem abrupto et dorso aculeo brevi coronato, cellulis elongatis, parce chlorophyllosis, minutissime punctulato-papillosis vel lævibus, ramulina foliis rameis superioribus similia, sed minora; *bracteæ perichætii* erectæ, vaginantes, lanceolatæ, recurvate elongatæ, cellulis elongatis; *vaginula* cylindrica, 1,8 mm. alta; *seta* stricta vel interdum crispe flexuosa, sicca torta, tenuis, 15—20 mm. alta et medio 0,10—0,12 mm. crassa, straminea, lævissima; *theca* erecta, ovalis, distincte brevicollis, badia, deoperculata 1,27 mm. longa et



0,72 mm. crassa, humiditate lævissima, siccitate scrobiculata, haud vel vix sub ore constricta; *peristomium* duplex, pallide flavum; dentes exostomii 0,54 mm. longi et 0,057 mm. lati, elongate lanceolati, trabeculati et lamellosi, linea media distincta notati, minutissime granulosi; dentes endostomii subulati, articulati, superne medioque anguste longitudinaliter perforati, canaliculati, minutissime granulosi, ciliis rudimentariis, brevissimis, membrana basilari 0,095 mm. alta; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum ubi ad Loe pagum m. Septembri a. 1890, ad Bomanam pagum 670 metra supra mare m. Januario a. 1891 c. fr., ad Itoki emporium m. Fe-

bruario a. 1891, ad Beam pagum 950 metra supra mare m. Julio a. 1891, ad Ekundu Ndene emporium m. Septembri a. 1891 et prope Jonje pagum m. Octobri a. 1891 legi.

Very variable in size, colour and branching. Usually laxly growing in very expanded, yellow-green tufts, sometimes dark-green, elongated and subpendulous. Very common in the coast-district, but very rare higher up the Cameroons Mountain, already at the height of 600—700 m. Very seldom fertile.

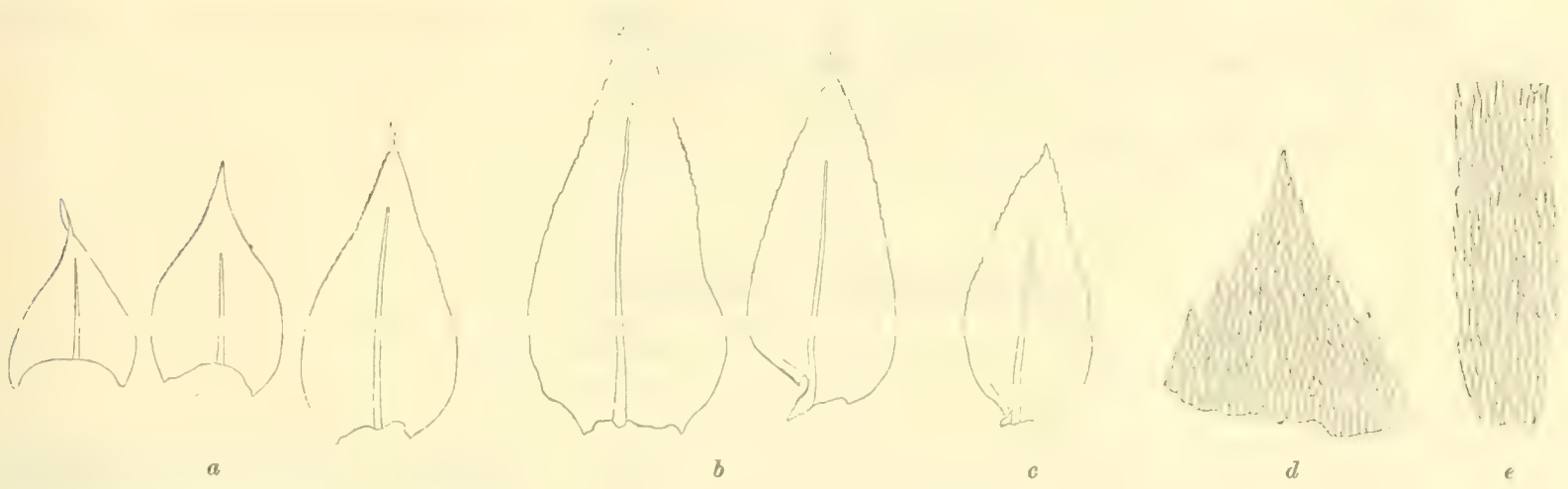
P. Hendelotii Bescherelle in sched., collected in Senegambia, of which species I have seen only a small specimen, seems to be identical with *P. punctulatum*.

Fig. *a* folia ramea $\frac{32}{1}$; *b* folia ramulina $\frac{32}{1}$; *c* flos femineus $\frac{32}{1}$; *d* folia ramea inferiora $\frac{32}{1}$; *e* cellulæ apicales $\frac{87}{1}$; *f* cellulæ basales $\frac{87}{1}$; *g* capsula humida $\frac{18}{1}$; *h* capsula sicca $\frac{18}{1}$; *i* perichætium $\frac{18}{1}$.

Pl. V. fig. 4 planta magn. nat.

Porotrichum pergracile C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, laxe cæspitosum, gracile, inferne sordide viride, superne viride, rigidiusculum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* erecti, usque ad 6 cm. longi, inferne ætate defoliati, complanati, stricti vel interdum leniter arcuati, inferne plus minusve longe simplices, ceterum sat dense bipinnatim ramulosi, ramulis plerumque brevibus, patentibus, strictis, subcomplanatis, haud vel vix attenuatis, nunquam in flagellum productis; *folia*



inferiora parva, fere squamæformia, squarrose reflexa, late triangularia — late ovata, acuminata, marginibus e basi ad medium folium paullum reflexis, ceterum planis, integris vel superne minutissime serrulatis, nervo infra apicem evanido, cellulis elongatis, superiora multo majora, patentia, ovato-oblonga, caviuscula, acuta, marginibus inferne reflexis, ceterum planis, basim versus integris, superne minute serratis, nervo stricto, viridi, longe supra medium folium abrupto, dorso aculeo brevi coronato, cellulis elongatis, lævissimis, chlorophyllosis; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in saxis rupibusque rivalibus, ubi ad Bibundi emporium m. Junio a. 1891 legi.

A smaller, finer, more gracile and more densely branched species than *P. punctulatum*, with smaller and less patent leaves and branchlets, less serrate leaves and not papillous cells. Rather dark-green than light. Laxly cespitose in very expanded tufts.

Fig. *a* folia ramea inferiora $\frac{32}{1}$; *b* folia ramea $\frac{32}{1}$; *c* folium ramulinum $\frac{32}{1}$; *d* cellulæ apicales $\frac{142}{1}$; *e* cellulæ basales $\frac{142}{1}$.

Pl. V. fig. 2 planta magn. nat.

Porotrichum lepto-meteorium C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, intricate cæspitosum, pendulum, flaccidissimum, sordide viride, apicem versus pallide viride; *caulis* repens, sat remote ramosus; *rami primarii* stricti, usque ad 25 cm. longi, mox defoliati, capillares, basim versus densiuscule irregulariterque bipinnati vel tripinnati, apicem versus remote pinnatim ramulosi, *secundarii* plurimi breves, patentissimi, simplices, complanati, haud vel leniter attenuati, interdum in flagellum producti, nonnulli præcipue basim ramorum versus longi, penduli, irregulariter bipinnatim ramulosi; *folia* disticha, ovato-oblonga, acuminata, caviuscula, marginibus inferne plus minusve reflexis, ceterum planis, superne minute serratis, medio minutissime serrulatis, inferne integris, nervo stricto, longe supra medium folium abrupto, dorso aculeo brevi coronato, cellulis elongatis, chlorophyllosis, lævissimis; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis ramulisque arborum, ubi prope Basse pagum m. Octobri a. 1890 et prope Etome pagum m. Januario a. 1892 legi.

Pl. VI. fig. 1 planta magn. nat.

Thamnium leptopteris n. sp.

Syn. *Thamnium leptopteris* C. Müller in litt.
» *profusum* C. Müller in litt.

Dioicum, laxe cæspitosum, viride, nitidiusculum, rigidum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* erecti, usque ad 10 cm. alti, stricti, complanati, superne plus minusve arcuati, inferne simplices, superne pinnati vel interdum bipinnati, plerumque pulchre dendroidei, ramulis sat elongatis, complanatis, leniter attenuatis, haud in flagellum productis; *folia inferiora* parva, squamæformia, squarrosa, e basi lata subito attenuata, triangulæformia, acuta, marginibus e basi ad medium vel altius paullum reflexis, integerrimis vel superne minutissime et parce serrulatis, nervo supra medium folium producto vel breviore, interdum indistincto, cellulis elongatis, *superiora* sensim majora, disticha, patula, subimbricata, asymmetrica, oblonga vel late ovato-oblonga, apiculata, caviuscula, marginibus uno latere reflexis, ceterum planis, superne grosse serratis, medio serratis, inferne integris vel minutissime serrulatis, nervo crasso, longe supra medium folium abrupto, dorso aculeo brevi coronato, cellulis

sat elongatis, chlorophyllosis, lævissimis, *ramulina* foliis rameis superioribus similia, sed minora; *bracteæ perichætii* e basi longe vaginante patentes, canaliculate elongatæ, acutæ, marginibus planis, integerrimis, enerves, cellulis elongatis; *vaginula* cylindrica; *seta* usque ad 4 cm. alta et medio 0,28 mm. crassa, erecta, stricta, purpurea, lævissima; *theca* suberecta vel horizontalis, ovato-cylindrica, curvata, sicca subtuberculata et sub ore constricta; *peristomium* duplex; dentes *exostomii* 0,9 mm. alti et 0,140 mm. lati, lanceolati, filiforme elongati, linea media serrata notati, parum trabeculati, lamellosi, superne intus spinosi, spinis breviusculis

crassisque, membrana conjunctis, e basi ad medium dense transversaliter striolati, superne parietibus cellularum incrassatis; dentes *endostomii* carinati, ad lineam mediam anguste perforati; *operculum* conicum, brevissime rostratum; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in saxis, truncis arborum et ligno putrido, ubi ad Ekundu Etitti emporium m. Augusto a. 1890, ad Beam pagum 950 metra supra mare m. Julio a. 1891, supra Beam pagum c. 1,500 metra supra mare, 1,850 metra supra mare c. fr. et 2,500 metra supra mare m. Julio a. 1891, ad Bomanam pagum 670 metra supra mare m. Julio a. 1892 legi.

A very variable species, forming loose tufts, often covering small stones, usually quite dendroid, sometimes more thinly branched and subdendroid, sometimes growing on trees and then very elongate with softer and shorter, usually simple branches. The latter is *Th. profusum* C. Müller in litt. Above the forest-line it is in every respect smaller and more densely tufted.

Very common, especially from a height of about 600 m. up to nearly 2,000 m. Usually barren; found with fruit only near the forest-line.

Fig. *a* folium rameum $\frac{18}{1}$; *b* folium ramulinum $\frac{18}{1}$; *c* folia ramea inferiora $\frac{18}{1}$; *d* cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *e* cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *f* perichætium $\frac{18}{1}$; *g* bracteæ perichætii $\frac{18}{1}$; *h* capsula $\frac{18}{1}$.

Pl. I. fig. 8. *a* pars exostomii; *b* pars dentis exostomii a latere visa $\frac{200}{1}$.

Pl. VI. fig. 3 planta magn. nat.

Var. rivularis C. Müller in litt.

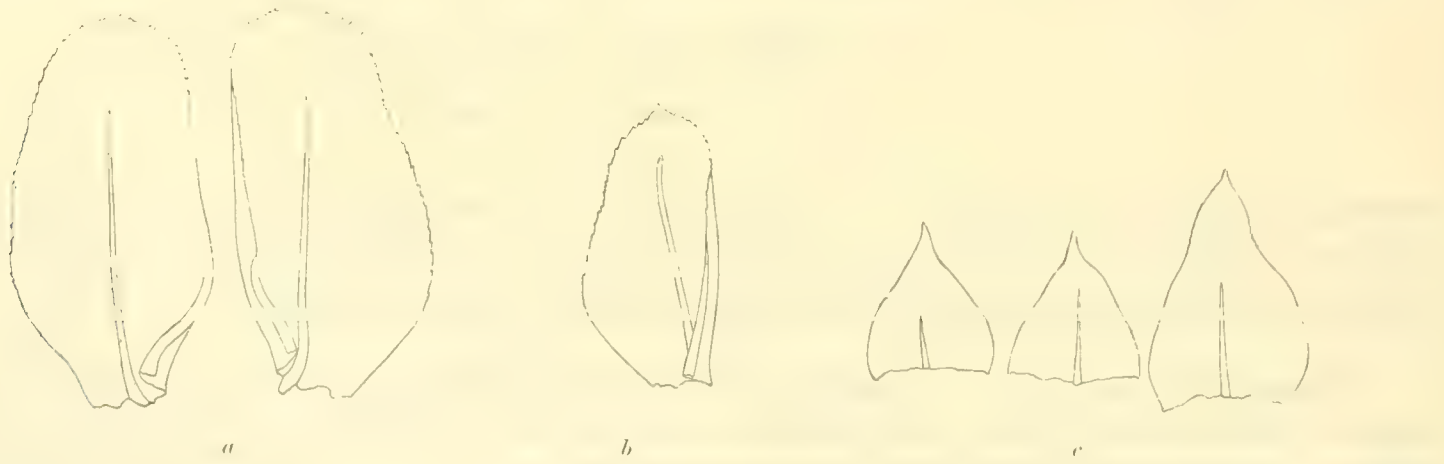
A forma typica ramis valde rigidis, teretibus vel subteretibus, haud dendroideis, remotissime ramulosis, foliis inferioribus majoribus, densiusculis, laxe imbricatis, superioribus densiusculis, ramulis tum brevibus complanatis, tum elongatis, attenuatis, subteretibus, pauci-ramulosis hæc varietas distincta differt.

Habitat in Camerunia in saxis rivalibus, ubi prope Beam pagum c. 1,100 metra supra mare m. Julio a. 1891 legi.

Pl. VI. fig. 2 planta magn. nat.

Thamnium planissimum C. Müller n. sp. in litt.

Flavescens, nitidum, rigidum, laxe cæspitosum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* usque ad 6 cm. alti, erecti, plus minusve arcuati, complanati, inferne simplices, circiter e



medio vel paullum inferius irregulariter pinnati vel bipinnati, haud dendroidei, ramulis longiusculis, complanatis, attenuatis, haud in flagellum productis; *folia ramea inferiora* parva, densiuscula, sursum subito accrescentia, triangularia — late ovata, acuminata, patula, caviuscula, marginibus inferne paullum reflexis, superne minutissime serrulatis, nervo supra medium folium evanido vel breviori, cellulis elongatis, *superiora* magna, disticha, imbricata,

patula, asymmetrica, oblonga, superne parum attenuata, fere truncata, apiculata, caviuscula, marginibus uno latere reflexis, ceterum planis, superne grosse serratis, medio serratis, inferne subintegris, nervo crasso, longe supra medium folium abrupto, dorso aculeo brevi coronato, cellulis elongatis inanibus, lævissimis; cetera ignota.

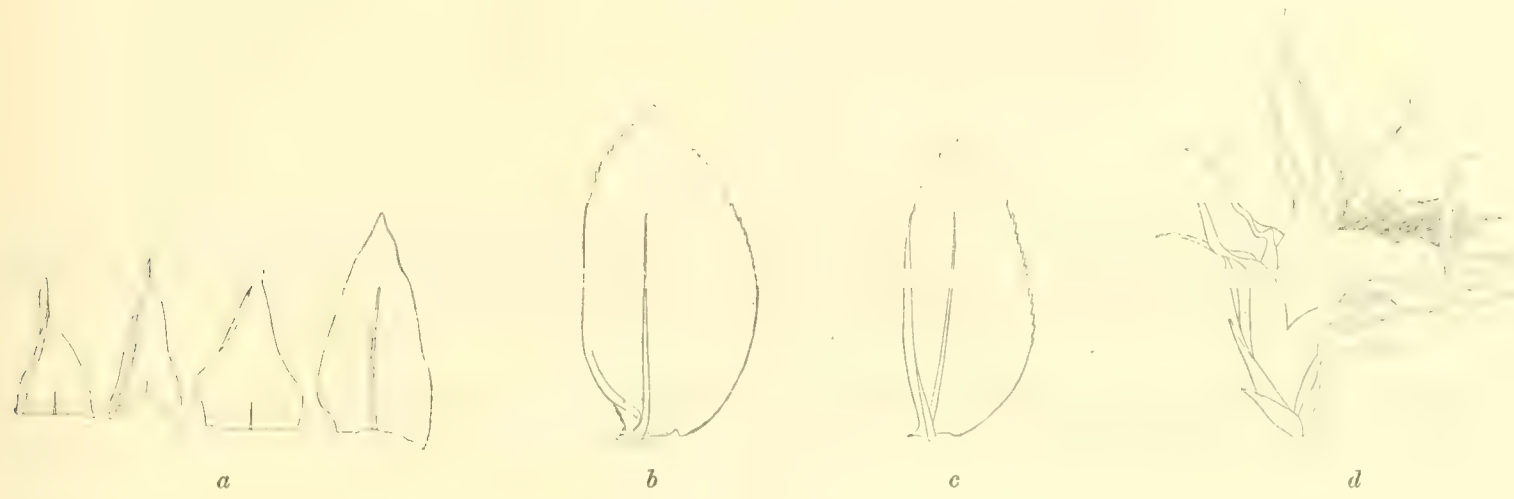
Habitat in Camerunia in saxis, ubi ad Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Decembri a 1890 legi.

Fig. *a* folia ramea $\frac{18}{1}$; *b* folium ramulinum $\frac{18}{1}$; *c* folia ramea inferiora $\frac{18}{1}$.

Pl. VI. fig. 4 planta magn. nat.

Thamnium serpenticaule C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, flavescens, vix nitidum, rigidiusculum, laxe cæspitosum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* erecti, arcuati, longe elongati et serpentine curvati, usque ad 12 cm. longi, complanati, inferne plus minusve longe simplices, deinde plerumque remote



a *b* *c* *d*

irregulariterque pinnati vel bipinnati, haud dendroidei, ramulis complanatis, sæpissime flagelliforme et valde elongatis, hic illic curvatis; *folia ramea* inferiora parva, triangularia, sursum subito majora, oblonga, patula, marginibus inferne reflexis, ceterum planis, superne minutissime serrulatis, ceterum integris, nervo supra medium evanido, superiora magna, asymmetrica, elliptica, apiculata, caviuscula, marginibus uno latere reflexis, ceterum planis, superne grosse serratis, medio serratis, inferne integris, nervo supra medium folium evanido, raro furcato et breviore, cellulis elongatis, inanibus, lævissimis, ramulina foliis rameis superioribus similia; cetera ignota.

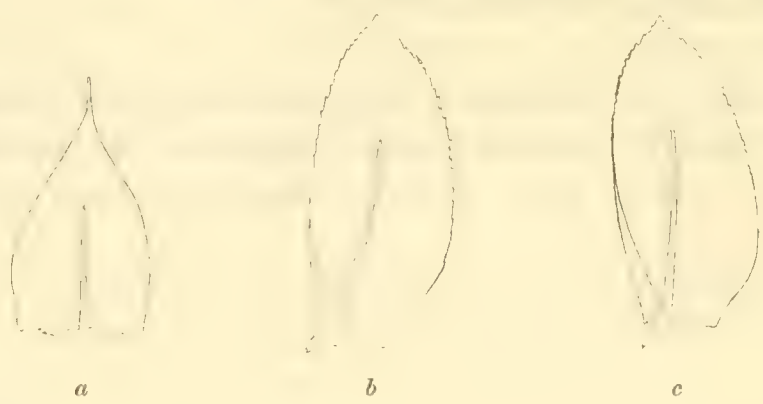
Habitat in insula Fernando Po in saxis umbrosis, ubi prope S:t Isabel m. Augusto a. 1891 legi.

Fig. *a* folia ramea inferiora $\frac{18}{1}$; *b* folium rameum $\frac{18}{1}$; *c* folium ramulinum $\frac{18}{1}$; *d* flos femineus $\frac{18}{1}$.

Pl. VI. fig. 5 planta magn. nat.

Thamnium fluviaticum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, viridissimum, nitidiusculum, laxe sed intricate cæspitosum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* erecti, stricti, complanati, rigidi, flagelliforme valde elongati, usque ad 18 cm. longi, interdum apicem versus et hic illic in axillis radiculosi, inferne plus minusve longe simplices, deinde remote irregulariterque bipinnatim ramulosi, haud dendroidei, ramulis complanatis, attenuatis, valde elongatis, flagelliformibus et intricatis, ætate hic illic defoliatis; *folia ramea inferiora* parva, sursum sensim majora, late triangularia — oblonga, longiuscula, acuminata, patula, marginibus inferne reflexis, ceterum planis, integris vel superne minutissime serrulatis, nervo plus minusve longe producto, *superiora* et *ramulina* magna, disticha, asymmetrica, ovato-oblonga, apiculata, caviuscula, marginibus planis, superne grossiuscule serratis, medio serratis, inferne integris, nervo viridi, supra medium folium evanido, cellulis elongatis, chlorophyllosis, lævissimis; cetera ignota.



a *b* *c*

Habitat in Camerunia in saxis interdum inundatis, ubi prope Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Julio a. 1892 legi.

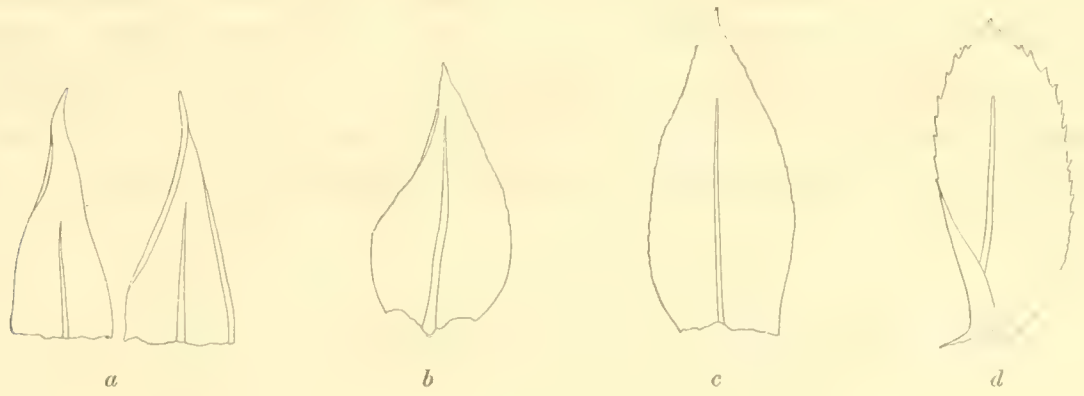
Fig. *a* folium rameum inferius $\frac{18}{1}$; *b* folium rameum $\frac{18}{1}$; *c* folium ramulinum $\frac{18}{1}$.

Pl. IV. fig. 4 planta magn. nat.

Thamnium suspectum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, viridissimum, rigidum, nitidiusculum, laxe cæspitosum; *caulis* repens, remote ramosus; *rami* erecti, stricti vel leniter arcuati, usque ad 5 cm. alti, complanati, inferne plus minusve longe simplices, deinde remote irregulariterque bipinnati, haud dendroidei, ramulis patentibus vel patulis, attenuatis, plerumque flagelliforme elongatis; *folia ramea inferiora* triangularia, acuta, sat magna, patula, marginibus planis vel plus minusve inflexis, integris, nervo crasso plerumque ad medium folium vel altius producto, *superiora* majora, vix asymmetrica, ovato-oblonga, caviuscula, marginibus planis, superne medioque minutissime serratis, ceterum integris, nervo crasso, viridi, longe supra medium folium

evanido, cellulis elongatis, chlorophyllosis, lævissimis, *ramulina* asymmetrica, ovalo-oblonga, caviuscula, marginibus planis, superne medioque grosse serratis, inferne subintegris, nervo



a *b* *c* *d*

crasso, viridi, longe supra medium abrupto, dorso aculeo brevi coronato, cellulis elongatis, valde chlorophyllosis, lævissimis, *flagellaria* uncinate inflexa; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in saxis, ubi ad Bomanam pagum c. 670 metra supra mare m. Julio a. 1892 legi.

Fig. *a* folia ramea inferiora $\frac{32}{1}$; *b* et *c* folia ramea superiora $\frac{18}{1}$; *d* folium ramulinum $\frac{22}{1}$.

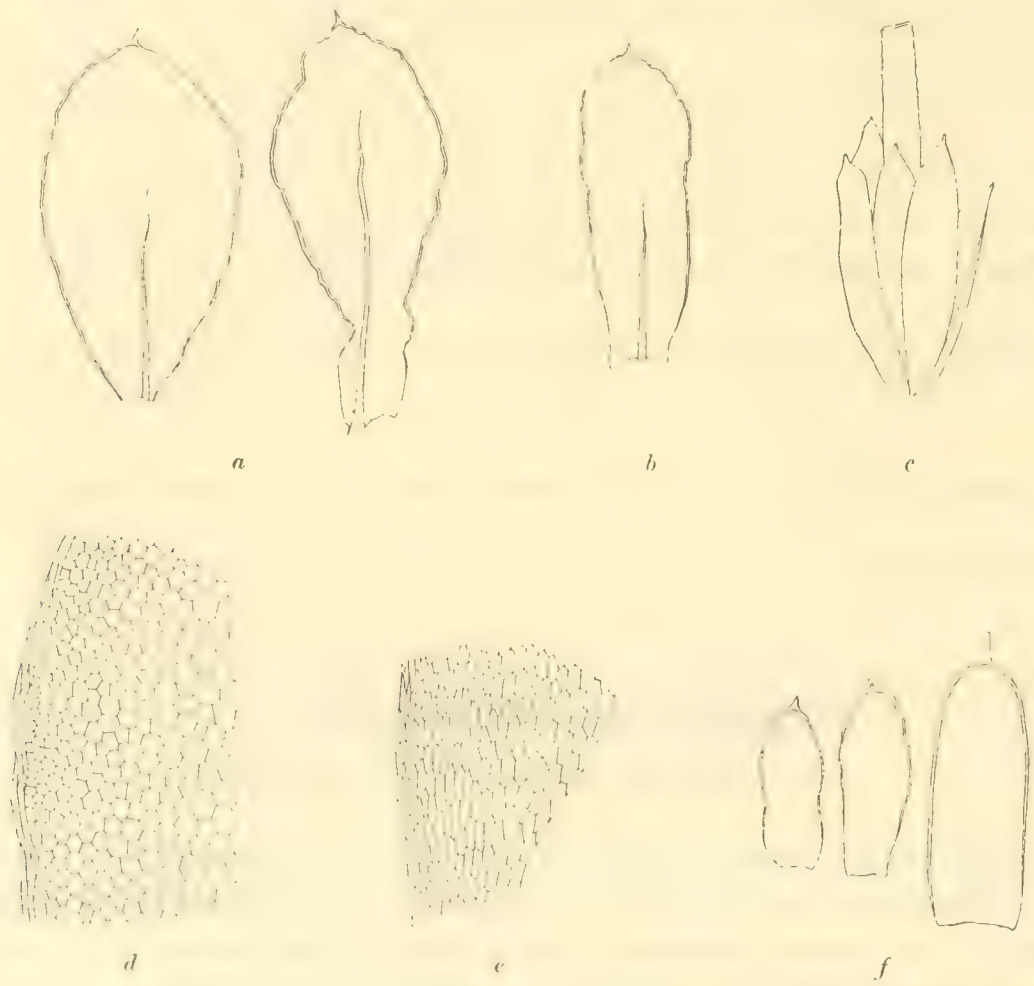
Pl. V. fig. 6 planta magn. nat.

Mniadelphus rigidicaulis n. sp.

Syn. *Mniadelphus Duseni* C. Müller in litt.

Dioicus (?), gregarius, viridis; *caulis* erectus humiditate strictus, siccitate plerumque leniter arcuatus, infima basi radiculosus, usque ad 4,5 cm. altus, cum foliis 6 mm. latus, complanatus, simplex vel pauco-ramosus, ramis simplicibus, usque ad 1,5 cm. longis, strictis vel leniter arcuatis, haud attenuatis, obtusis, complanatis; *folia lateralia* disticha, patentia, sicca valde crispata, humida stricta, crispata, laxe imbricata, spathulata vel obovata, usque ad 3,8 mm. longa et 1,6 mm. lata, *antica* et *postica* minora, plerumque lingulata, apiculata, marginibus integerrimis, limbatis, limbo basim folii versus desinente, ceterum circumducto, apiculum formante, superne 0,032 mm. lato, nervo viridi, superne flexuoso, ceterum stricto, plerumque longe supra medium folium evanido, basi circiter 0,06 mm. crasso, cellulis chlorophyllosis, magnis, superioribus hexagonis, juxta nervum 0,03—0,04 mm. magnis, marginem versus paullum minoribus, inferioribus elongato-hexagonis, limbeis elongatis et angustissimis; *bracteæ perichætii* erectæ vel suberectæ, externæ caviusculæ, interdum marginibus crispatis, internæ subcanaliculatæ, marginibus planis, limbatæ, limbo inferne desinente, ceterum circumducto, in apiculo producto, marginibus integerrimis, enerves, cellulis magnis, superioribus rotundate angulatis, inferioribus elongatis, subrectangularibus; *vaginula* cylindrica, fusco-badia, 0,54—0,72 mm. alta; *seta* erecta vel suberecta, plerumque stricta, interdum flexuosa, summo subcygnea, fusco-badia, inferne atra, papillosa, circiter 6 mm. alta et medio 0,27 mm. crassa; *theca* horizontalis vel subpendula, obovata, fusco-badia,

subtuberculata, sicca sub ore constricta; cellulis quadratis, collenchymaticis; *peristomium* duplex; *dentes* exostomii 16, pallide flavi, 0,382 mm. alti et 0,050 mm. lati, humidi erecti et e medio valde incurvi, sicci reflexi, medio intro genuflexi, ad lineam mediam parte superiore dentium excepta profunde exarati, dense et alte trabeculati et lamellosi, dense et pulchre transversaliter striati, summo papillosi; *dentes endostomii* pallidiores, 0,343 mm. alti, humidi conniventes, sicci erecti, valde carinati, linea media notati, minutissime granulosi; membrana basilaris carinata, 0,127 mm. alta; *operculum* conicum, siccitate scrobicu-



latum, fusco-badium, rostro longo, stricto; *calyptra* mitræformis, albescente viridis, lævis, margine longe fimbriata.

Habitat in Camerunia in truncis putridis radicibusque arborum, interdum in humo, ubi prope Etome pagum m. Januario a. 1892 c. fr., ad Bomanam pagum 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890 c fr., ad Kittam emporium m. Augusto a. 1890 legi.

The inner peristomial teeth are strongly carinate, nearly conduplicate; I have not succeeded in unfolding them. Not rare, but never frequent from the sea up to about 800 m. on the west side of the Cameroons Mountain and probably still higher. Not found in the vicinity of Bea on the south-west side of the same mountain; nearly always fertile.

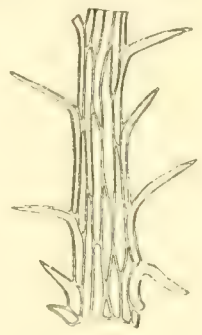
Fig. *a* folia lateralia $\frac{18}{1}$; *b* folium anticum $\frac{18}{1}$; *c* perichætium $\frac{32}{1}$; *d* cellulæ medianæ $\frac{45}{1}$; *e* cellula basales $\frac{45}{1}$; *f* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$.

Pl. I. fig. 7. *a* planta magn. nat.; *b* capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *c* capsula deoperculata $\frac{18}{1}$; *d* capsula siccitate $\frac{18}{1}$; *e* capsula vetusta siccitate $\frac{18}{1}$; *f* calyptra $\frac{18}{1}$; *g* pars peristomii $\frac{87}{1}$.

Fabbronia sphærocarpa n. sp.

Syn. *Fabbronia Duseni* C. Müller in litt.

Monoica, cæspitosa, cæspitibus parvis, densis, humilibus, mollissimis, pallide viridibus; *caulis* tenuis, strictus, usque ad 12 mm. longus, haud repens, ramosus, ramis suberectis, inferne radiculosus, radiculis rufis; *folia* conferta, pallide viridia, sicca suberecta, humida patentia, leniter arcuato inflexa, angustissima, lanceolate subulata, haud piliformia, subcanaliculata, ciliata, ciliis inferne longis, sursum brevioribus, enervia, cellulis omnibus elongatis, angustissimis, haud densis; *bracteæ perichætii* erectæ, vaginantes, pallide brunneæ, longe acuminatæ, superne serratæ, exteriores oblongo-ovales, interiores lanceolatæ, cellulis elongatis, linearibus, basalibus multo brevioribus; *vaginula* subcylindrica, 0,6 mm. alta, fusco-rubra, archegoniis paucis, paraphysibus numerosis, pallide flavis; *seta* erecta, stricta, sicca sinistrorsum torta, fusco-rubra, superne pallidior, medio 0,09 mm. crassa, 7—11 mm. alta, lævissima; *theca* erecta, subsphærica, sicca et vetusta fusco-badia, scrobiculata, collo distincto; *operculum* deplanatum, longe rostratum, rostro subulato, prope basin geniculato, valde obliquo; *calyptra* fere tubæformis, uno latere fissa, pallide viridis, superne fusco-badia; flores masculi gemmiformes, foliis brunneis, ovatis, acuminatis serratisque; cetera ignota.



a

Habitat in Camerunia in truncis filicum, ubi supra Beam pagum c. 1,600 m. supra mare m. Julio c. fr. legi.

A small, very peculiar, light green and densely tufted moss, at first appearance resembling an alga. Very near to *F. Persoonii* Schw.

Growing in small tufts on treeferns, probably a *Cyathea* sp.; collected at a height of 1,600 m., but likely to be found from about 1,200 m. almost to the forest-line.

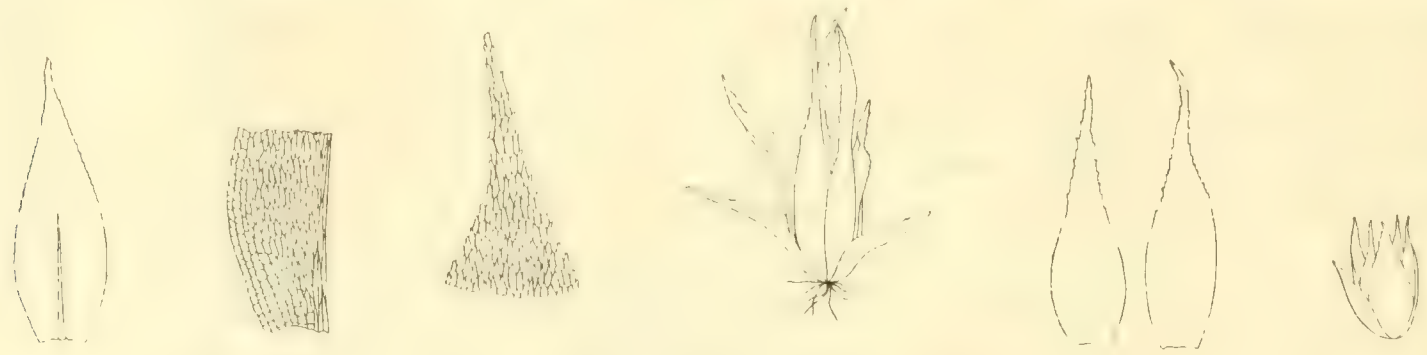
Fig. *a* cellulæ folii inferiores $\frac{142}{1}$.

Pl. I. fig. 10. *a* planta magn. nat.; *b* folia $\frac{45}{1}$; *c* pars caulis cum flore femineo $\frac{32}{1}$; *d* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *e* capsula operculata humida $\frac{18}{1}$; *f* capsula sicca $\frac{18}{1}$; *g* calyptra $\frac{32}{1}$; *h* flos masculus $\frac{32}{1}$.

Fabbronia Cameruniæ n. sp.

Syn. *Fabbronia Cameruniæ* C. MÜLLER in litt.
» *grandifolia* C. MÜLLER in litt.

Monoica, dense et intricate cæspitosa, cæspitibus humilibus, extensis, sordide vel pallide viridibus; *caulis* repens, fasciculatim radiculosus, irregulariter pinnato-ramosus, ramis adscendentibus vel repentibus, basim caulis versus usque ad 6 mm. longis, simplicibus vel pauco-ramosis, ramulis brevissimis; *folia caulina* patentia, *ramea* et *ramulina* sicca erecta vel suberecta, subimbricata, humida patentia, conferta, ovata vel ovato-oblonga, acuminata, caviuscula, marginibus rectis, circiter e medio folio ad apicem ob cellulas papilloso-prominentes minutissime serrulatis, ceterum integris, pallide viridia, usque ad 0,81 mm. longa et 0,38 mm. lata, nervo concolore in medio folio evanescente vel breviore, interdum obsoleto, *cellulis* hexagone rhombeis, elongatis, alaribus numerosis, quadratis; *perichætium* radicans; bracteæ vaginantes, erectæ, interiores ovato-oblongæ, longius acuminatæ



a *b* *c* *d* *e* *f*

et plerumque grossius serrulatæ, ecostatæ, cellulis elongatis, basalibus brevioribus; flores masculi gemmiformes, antheridiis pallide isabellinis, paraphysibus paucis, foliis breviter ovatis, acuminatis, superne minutissime papilloso-serrulatis; plura non vidimus.

Habitat in Camerunia in truncis ramisque arborum, ubi ad Bibundi emporium m. Januario a. 1891 et ad Victoriam emporium m. Julio a. 1891 legi.

Fig. *a* folium $\frac{45}{1}$; *b* cellulæ basales $\frac{87}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{87}{1}$; *d* flos femineus $\frac{32}{1}$; *e* bracteæ perichætii $\frac{45}{1}$; *f* flos masculus $\frac{32}{1}$.

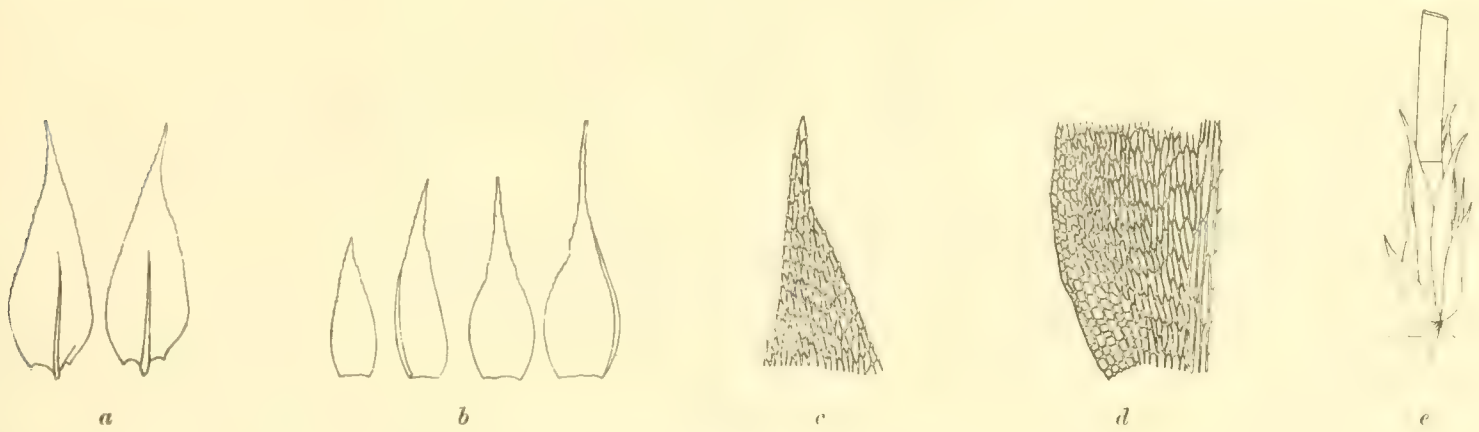
Pl. I. fig. 12 planta magn. nat.

Schwetzschkea Brotheri n. sp.

Syn. *Schwetzschkea Duseni* C. MÜLLER in litt.

Monoica, dense cæspitosa, cæspitibus expansis, humilibus, viridibus; *caulis* repens per totam longitudinem fasciculatim radiculosus, dense et irregulariter pinnatus, ramis basin caulinam versus usque ad 8—9 mm. longis, erectis, humiditate strictis, siccitate

leniter arcuatis, ceteris adscendentibus, inferne radiculosis, brevibus, plerumque 3—4 mm. longis; *folia* conferta, sicca adpressa, humida patentia, ovato-oblonga, longe acuminata, usque ad 1,09 mm. longa et 0,418 mm. lata, caviuscula, marginibus basi paullum reflexis, ceterum planis, ob cellulas papilloso-prominentes minutissime serrulatis, inferne integris, nervo crassiusculo, concolori, ad medium folium vel paullum altius evanescente producto, cellulis chlorophyllosis, elongatis, alaribus numerosis, quadratis; *bracteæ perichætii* haud majores, sat abrupte longius acuminatæ, marginibus superne ob cellulas papilloso-prominentes minutissime serrulatis, inferne integris, enerves, cellulis elongatis, basalibus brevioribus et latioribus; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, stricta, circiter 9 mm. alta, medio 0,11 mm. crassa, fusco-rubra, lævissima; *theca* 1,45 mm. alta et 0,63 mm. crassa, erecta, ovalis, umbrina, lævissima; *peristomium* duplex, pallide flavum; dentes exostomii 16, lanceolate elongati, 0,24 mm. alti, 0,040—0,050 mm. lati, linea media notati, granulosi; dentes



a *b* *c* *d* *e*

endostomii capillares, dentibus exostomii æquilongi, 0,008 mm. lati, linea media indistincta notati, minus dense granulosi; operculum conicum, suboblique rostratum; *sporæ* virides, circiter 0,0213 mm. magnæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramis arborum, ubi inter Bovindi pagum et Botam pagum m. Februario a. 1892 c. fr. permaturis legi.

The few capsules observed were rather old and with peristome in a state of dissolution. The outer peristomial teeth seems to be lamellated but not trabeculated, the operculum shortly rostrated, with the rostrum obtuse, nearly truncate.

Fig. *a* folia $\frac{32}{1}$; *b* bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *c* cellulæ apicales $\frac{87}{1}$; *d* cellulæ basales $\frac{87}{1}$; *e* perichætium $\frac{22}{1}$.

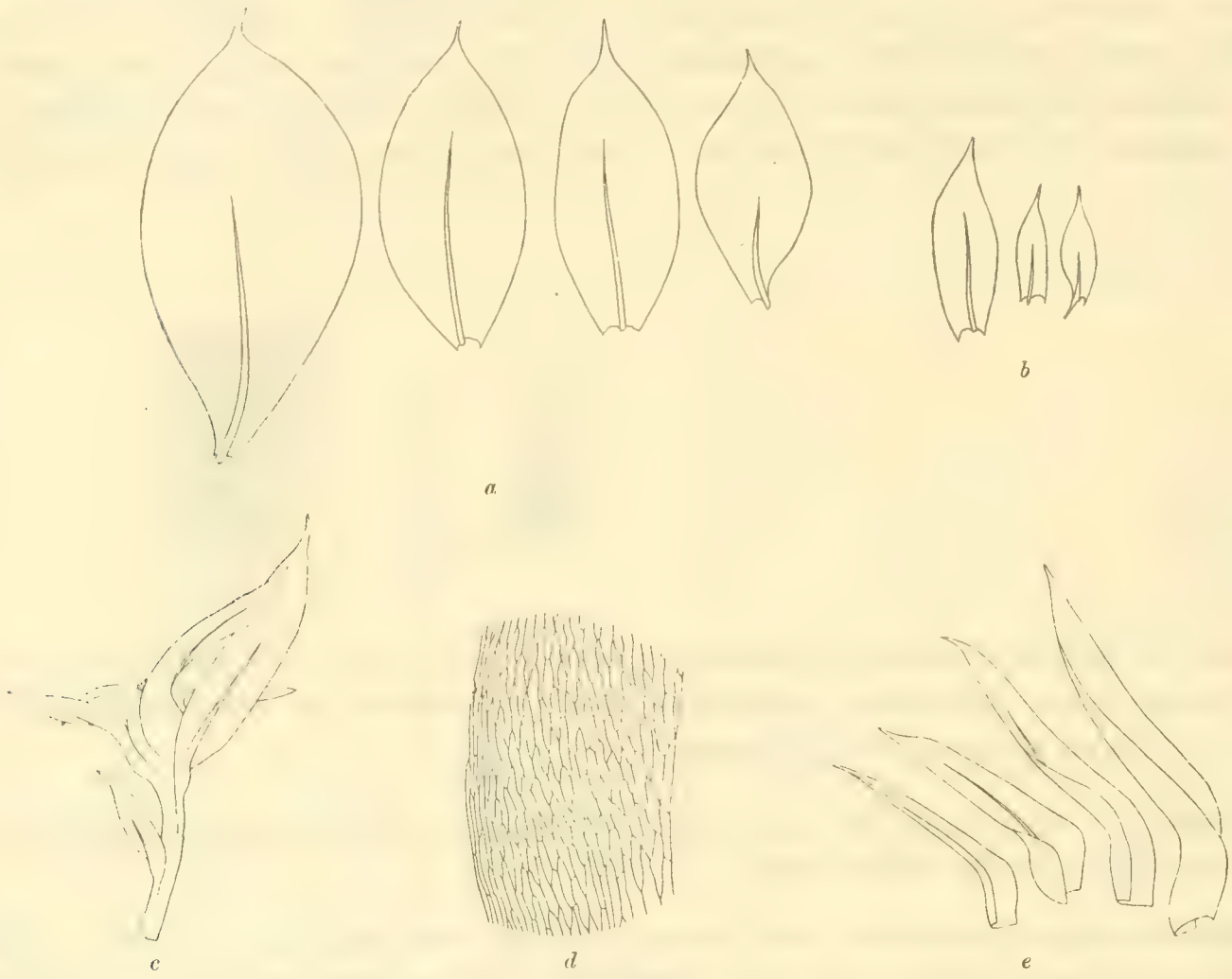
Pl. I. fig. 9 *a* planta $\frac{2}{1}$; *b* capsula $\frac{18}{1}$; *c* pars peristomii $\frac{142}{1}$.

Epipterygium convalleum n. sp.

Syn. *Epipterygium Duseni* C. Müller in litt.

Dioicum; caulis erectus, strictus, usque ad 3,5 cm. altus, cum foliis 2—3 mm. latus, inferne et interdum ad axilla foliorum lateralium radiculosus, vinoso-purpureus, simplex vel interdum apicem versus pauco-ramosus, ramis patentissimis, basi radiculosis; *folia*

lateralia subdisticha, remota, patula, ovalia, apiculata, medio et superne plana, basi subcarinata, decurrentia, usque ad 3,3 mm. longa et 1,6 mm. lata, pallide vinosa vel interdum pallide viridia, marginibus integerrimis, nervo purpureo, stricto, basi 0,076 mm. crasso, plus minusve longe, plerumque ad medium folium producto; *cellulis* magnis, sat elongatis, inanibus, marginalibus multo longioribus et angustioribus intensiusque vinose coloratis, *antica* et *postica* parva, superne plerumque multo majora, oblonga vel breviter lanceolata, longiuscule acuminata, inferne carinata, longe decurrentia, nervo ad medium folium producto; *folia perigonalia* 4—5, e basi vaginante patula, interiora minora, interdum leniter recur-



vata, externa magna, lineari-lanceolata, inferne medioque canaliculata, marginibus planis integerrimis, nervo longe supra medium folium evanido, cellulis ut in foliis caulinis; *bracteæ perichætii* foliis perigonalibus similes; archegonii numerosi, purpurei; paraphyses vinosæ; planta feminea rarissima, una sola visa; plura non vidimus.

Not rare from the sea up to a height of 1,000 m., but only in the deeply engraved riverbeds. Growing very laxly tufted on rocks of decayed basalt. Usually barren or with male flowers; the female plant is very rare; fertile plants not found.

Fig. *a* folia lateralia $\frac{18}{1}$; *b* folia postica et antica $\frac{18}{1}$; *c* flos masculus $\frac{18}{1}$; *d* cellulæ medianæ $\frac{45}{1}$; *e* folia perigonalia $\frac{18}{1}$.

Pl. I. fig. 11 planta magn. nat.

EXPLICATIO TABULARUM.

Tab. I.

Tabula I.

Fig. 1. *Porotrichum* (*Pinatella*) *Braunii* Brotherus, p. 41. *a*) Planta $\frac{1}{2}$ magn. nat.; *b*) Flos femineus $\frac{18}{1}$.

Fig. 2. *Neckera spuriotruncata* C. Müller, p. 36. *a*) Perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b*) Capsula humida $\frac{18}{1}$; *c*) Pars capsulæ superior sicca $\frac{18}{1}$; *d*) Pars peristomii $\frac{100}{1}$; *e*) Dens exostomii a latere visus $\frac{100}{1}$; *f*) Dens endostomii a latere visus $\frac{100}{1}$.

Fig. 3. *Neckera* (*Calyptothecium*) *breviuscula* C. Müll., p. 38. *a*) Planta mag. nat.; *b*) Folium $\frac{18}{1}$.

Fig. 4. *Neckera* (*Calyptothecium*) *longiuscula* C. Müll., p. 38. Planta magn. nat.

Fig. 5. *Distichia Afro-Victoriæ* C. Müll., p. 34. *a*) Pars capsulæ superior humida $\frac{18}{1}$; *b*) Pars superior capsulæ sicca $\frac{18}{1}$; *c*) Pars superior capsulæ calyptratæ $\frac{18}{1}$; *d*) Pars peristomii $\frac{142}{1}$; *e*) Dens endostomii a latere visus $\frac{142}{1}$; *f*) Dens exostomii a latere visus $\frac{142}{1}$.

Fig. 6. *Porotrichum ramulosum* (Mitten.) P. Dusén, p. 42. *a*) Pars exostomii; *b*) Pars endostomii.

Fig. 7. *Mniadelphus rigidicaulis* P. Dusén, p. 51. *a*) Planta magn. nat.; *b*) Capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *c*) Capsula deoperculata $\frac{18}{1}$; *d*) Capsula sicca $\frac{18}{1}$; *e*) Capsula vetusta sicca $\frac{18}{1}$; *f*) Calyptra $\frac{18}{1}$; *g*) Pars peristomii $\frac{87}{1}$.

Fig. 8. *Thamnium leptopteris* P. Dusén, p. 46. *a*) Pars peristomii; *b*) Pars dentis exostomii a latere visa $\frac{200}{1}$.

Fig. 9. *Schwetzschkea Brotheri* P. Dusén, p. 54. *a*) Planta $\frac{2}{1}$; *b*) Capsula $\frac{18}{1}$; *c*) Pars peristomii $\frac{142}{1}$.

Fig. 10. *Fabbronia sphærocarpa* P. Dusén, p. 53. *a*) Planta magn. nat.; *b*) Folia $\frac{45}{1}$; *c*) Pars caulis cum flore femineo $\frac{32}{1}$; *d*) Bracteæ perichætii $\frac{32}{1}$; *e*) Capsula operculata humida $\frac{18}{1}$; *f*) Capsula sicca $\frac{18}{1}$; *g*) Calyptra $\frac{32}{1}$; *h*) Flos masculus $\frac{32}{1}$.

Fig. 11. *Epipterygium convalleum* P. Dusén, p. 55. Planta magn. nat.

Fig. 12. *Fabbronia Cameruniæ* P. Dusén, p. 54. Planta magn. nat.

Fig. 13. *Neckera hookeriacea* C. Müll., p. 37. *a*) Flos masculus $\frac{18}{1}$; *b*) Flos femineus $\frac{18}{1}$.

1 a b

2 a b c

3 a b

4

5 d e f

6 a b

7 a b c d e f g

8 a b

9 a b c

10 a b c d e f g h

11

12

13 a b

P. Dusén del.

LJUSTR. GEN. STAB. LIT. ANST.

Tab. II.

Tabula II.

Fig. 1. *Fissidens* (*Eufissidens*) *nematopteris* C. Müll., p. 5. Planta $\frac{1,5}{1}$.

Fig. 2. *Fissidens* (*Eufissidens*) *glauculus* C. Müll., p. 12. *a*) Planta sterilis $\frac{3}{1}$; *b*) Planta fertilis $\frac{3}{1}$; *c*) Capsula operculata $\frac{32}{1}$; *d*) Capsula humida $\frac{32}{1}$; *e*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$; *f*) Dens peristomii $\frac{100}{1}$; *g*) Pars superior dentis peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 3. *Fissidens* (*Eufissidens*) *alomoides* C. Müll., p. 10. *a*) Planta $\frac{2,5}{1}$; *b*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$.

Fig. 4. *Fissidens* (*Eufissidens*) *glaucopteris* C. Müll., p. 13. *a*) Planta sterilis et fertilis $\frac{2}{1}$; *b*) Ramus fructiferus $\frac{6}{1}$; *c*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$. *Fissidens* (*Eufissidens*) *sigmocarpus* C. Müll., p. 7. *d*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$.

Fig. 5. *Fissidens* (*Eufissidens*) *sarcophyllus* C. Müll., p. 11. *a*) Planta $\frac{3}{1}$; *b*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$; *c*) Dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 6. *Fissidens* (*Eufissidens*) *fluminalis* P. Dusén, p. 6. Planta $\frac{1,5}{1}$.

Fig. 7. *Fissidens* (*Eufissidens*) *Calabariæ* C. Müll., p. 10. Planta sterilis et mascula $\frac{2}{1}$.

Fig. 8. *Fissidens* (*Polypodiopsis*) *Bryum* C. Müll. p. 14. Planta $\frac{2}{1}$.

Fig. 9. *Fissidens* (*Conomitrium*) *Mülleri* P. Dusén, p. 14. *a*) Planta $\frac{2,5}{1}$; *b*) Capsula operculata.

Fig. 10. *Fissidens* (*Eufissidens*) *pulcher* C. Müll., p. 8. *a*) Planta $\frac{2}{1}$; *b*) Capsula humida $\frac{32}{1}$; *c*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$; *d*) Dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 11. *Fissidens* (*Eufissidens*) *sigmocarpus* C. Müll., p. 7. *a*) Planta $\frac{2}{1}$; *b*) Dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 12. *Fissidens* (*Eufissidens*) *coriaceifolius* C. Müll., p. 6. *a*) Planta magn. nat.; *b*) Capsula sicca $\frac{32}{1}$; *c*) Dens peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 13. *Orthostichidium Cameruniæ* P. Dusén, p. 21. Pars peristomii $\frac{200}{1}$.

Fig. 14. *Orthostichidium perpinnatum* (Brotherus) C. Müll., p. 19. Pars peristomii $\frac{100}{1}$.

Fig. 15. *Syrrhopodon* (*Calymperopsis*) *disciformis* P. Dusén, p. 17. *a*) Planta sterilis foliis supremis in rosulam confertis magn. nat.; *b*) Planta sterilis magn. nat.; *c*) Planta fertilis magn. nat.; *d*) Pars capsulæ superior humida $\frac{18}{1}$; *e*) Pars capsulæ superior sicca $\frac{18}{1}$; *f*) Pars peristomii $\frac{87}{1}$.

Fig. 16. *Syrrhopodon* (*Eusyrrhopodon*) *paucifimbriatus* C. Müll., p. 16. Planta magn. nat.

Fig. 17. *Syrrhopodon* (*Eusyrrhopodon*) *afro-ciliatus* C. Müll., p. 15. Planta magn. nat.

Fig. 18. *Papillaria Cameruniæ* C. Müll., p. 24 *a*) Perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b*) Pars superior capsulæ siccitate $\frac{32}{1}$; *c*) Dens peristomii externi $\frac{100}{1}$; *d*) Dens peristomii externi e latere visus $\frac{100}{1}$; *e*) Pars peristomii interni $\frac{100}{1}$; *f*) Flos masculus $\frac{32}{1}$.

Fig. 19. *Pilotrichella sordido-viridis* C. Müll., p. 27. *a*) Perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b*) Capsula humida $\frac{18}{1}$; *c*) Pars peristomii $\frac{62}{1}$.

Fig. 20. *Pilotrichella gracilicaulis* C. Müll., p. 30. *a*) Perichætium cum fructu $\frac{18}{1}$; *b*) Capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *c*) Capsula sicca $\frac{22}{1}$; *d*) Capsula humida $\frac{22}{1}$; *e*) Pars exostomii $\frac{100}{1}$; *f*) Pars endostomii $\frac{100}{1}$.

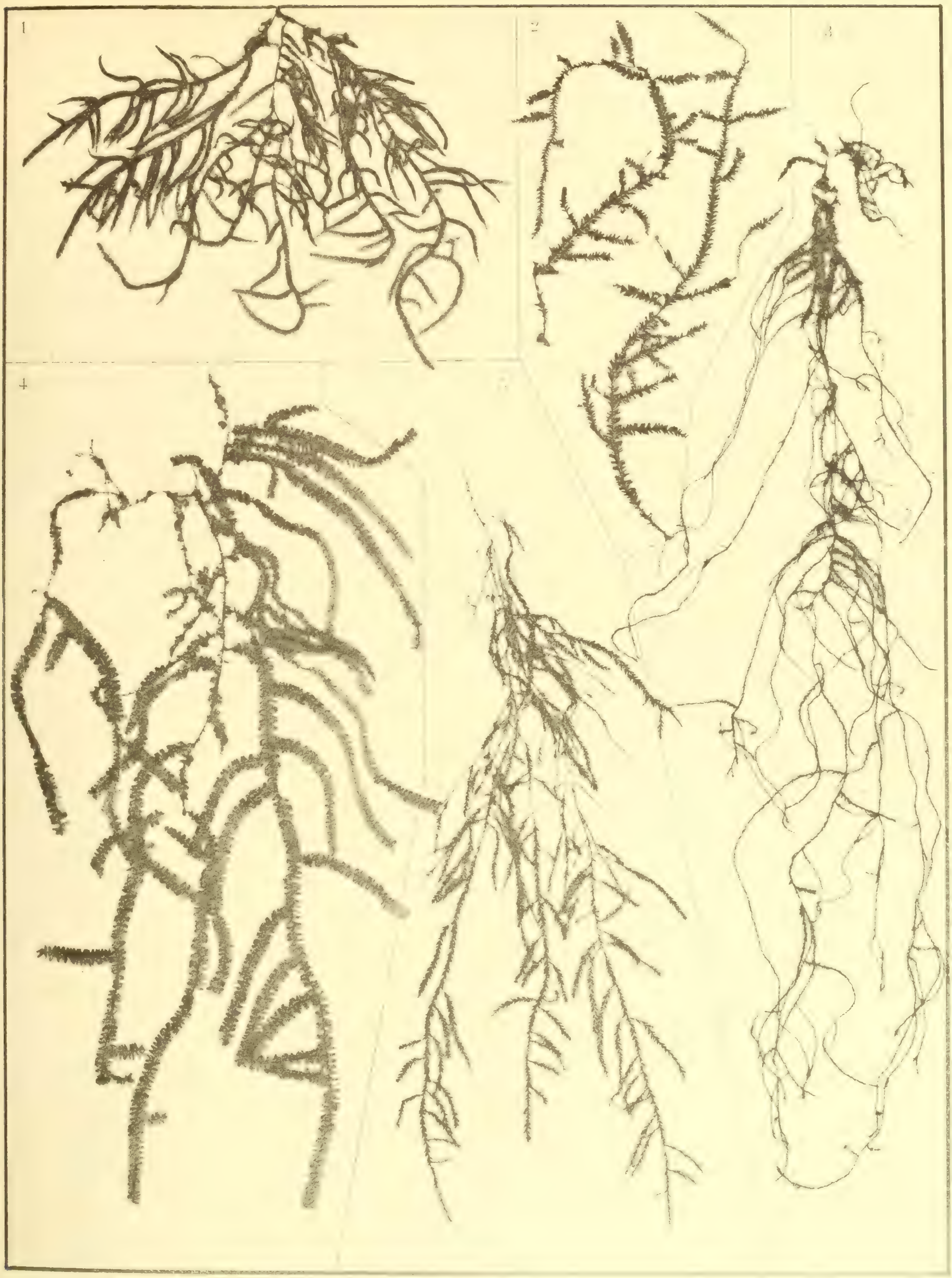
P. Dusén del.

LJUSTR. GEN. STAB. LIT. ANST.

Tab. III.

Tabula III.

Fig. 1. *Pilotrichella Mülleri* P. Dusén, p. 33. Planta magn. nat.
Fig. 2. *Neckera spuriotruncata* C. Müll., p. 36. Planta magn. nat.
Fig. 3. *Papillaria Jumboana* C. Müll., p. 26. Planta magn. nat.
Fig. 4. *Distichia Afro-Victoriæ* C. Müll., p. 34. Planta magn. nat.
Fig. 5. *Neckera hookeriacea* C. Müll., p. 37. Planta magn. nat.

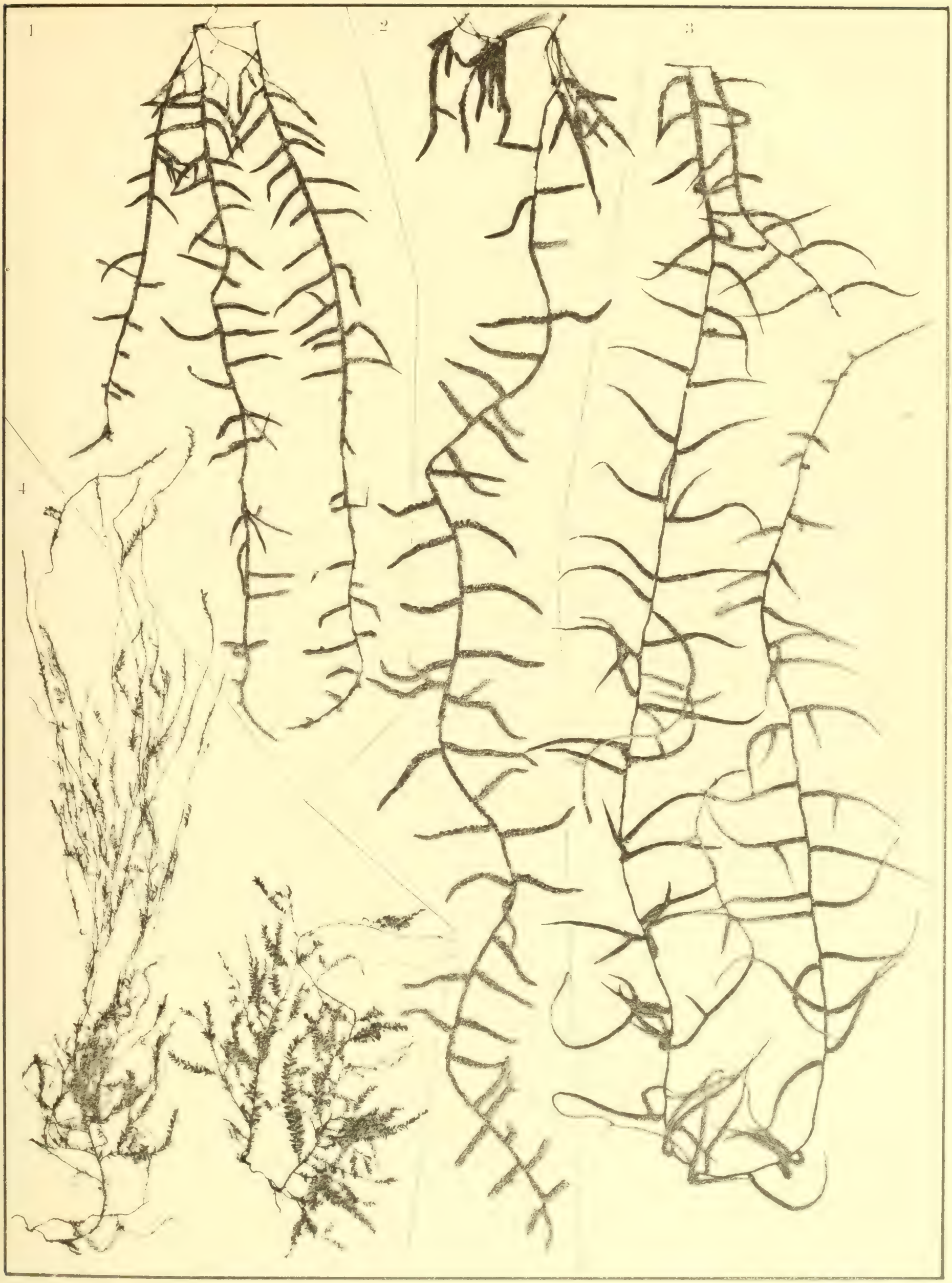


P. Dusén del.

TAB. IV.

Tabula IV.

Fig. 1. *Pilotrichella communis* C. Müll., p. 28. Planta magn. nat.
Fig. 2. *Pilotrichella latiramea* C. Müll., p. 29. Planta magn. nat.
Fig. 3. *Pilotrichella sordidoviridis* C. Müll., p. 27. Planta magn. nat.
Fig. 4. *Thamnium fluviaticum* C. Müll., p. 50. Planta magn. nat.

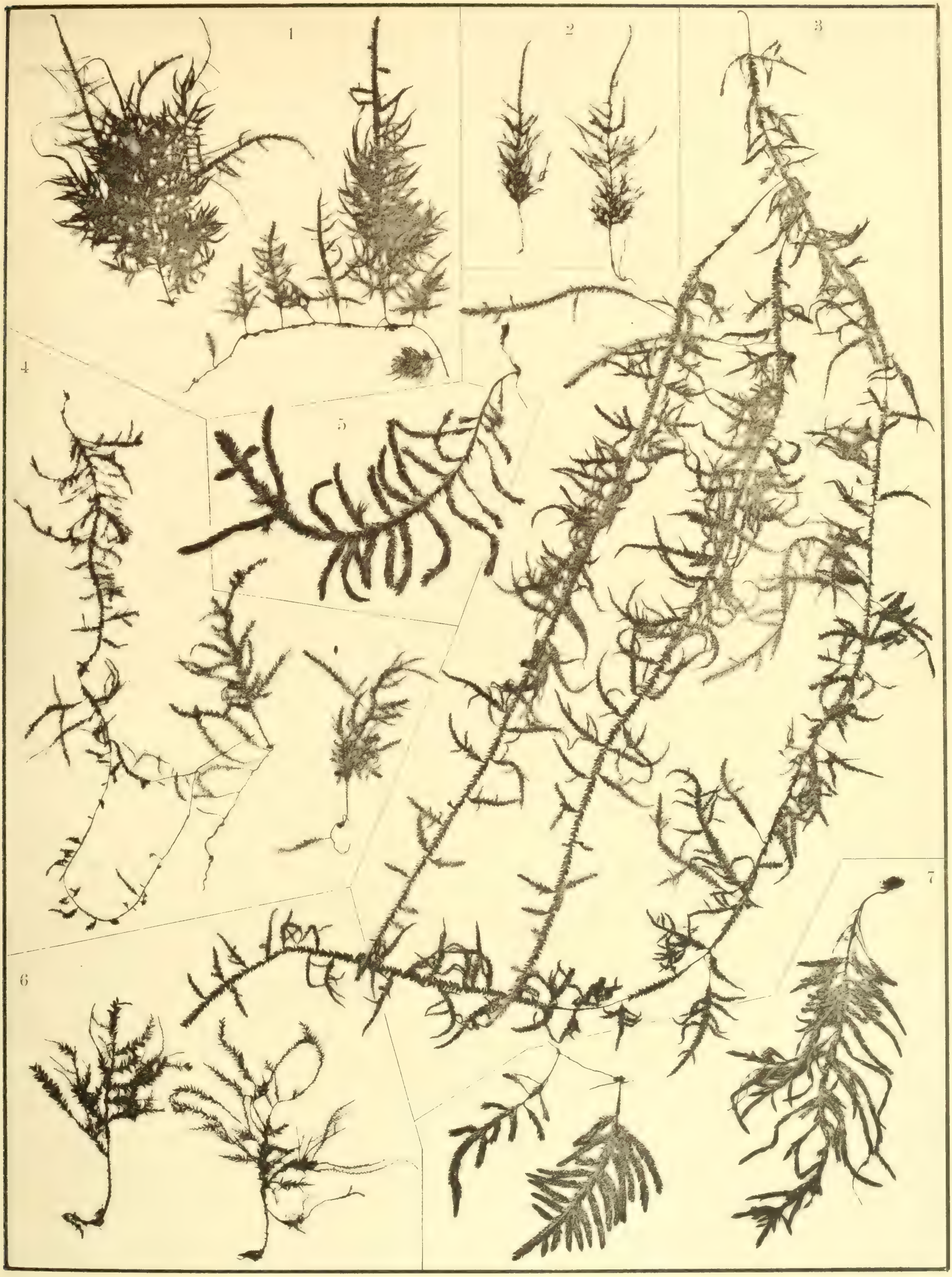


P. Dusén del.

Tab. V.

Tabula V.

Fig. 1. *Porotrichum stolonirameum* C. Müll., p. 40. Planta magn. nat.
Fig. 2. *Porotrichum pergracile* C. Müll., p. 45. Planta magn. nat.
Fig. 3. *Porotrichum chalaropteris* C. Müll., p. 39. Planta magn. nat.
Fig. 4. *Porotrichum punctulatum* P. Dusén, p. 43. Planta magn. nat.
Fig. 5. *Orthostichidium perpinnatum* (Brotherus) C. Müll., p. 19. Planta magn. nat.
Fig. 6. *Thamnium suspectum* C. Müll., p. 50. Planta magn. nat.
Fig. 7. *Orthostichidium Cameruniæ* P. Dusén, p. 21. Planta magn. nat.



P. Dusén del.

LJUSTR. GEN. STAB. LIT. ANST.

TAB. VI.

Tabula VI.

Fig. 1. *Porotrichum leptometeorium* C. Müll., Planta magn. nat.
Fig. 2. *Thamnium leptopteris* P. Dusén var. *rivularis* C. Müll., p. 48. Planta magn. nat.
Fig. 3. *Thamnium leptopteris* P. Dusén, p. 46. Planta magn. nat.
Fig. 4. *Thamnium planissimum* C. Müll., p. 48. Planta magn. nat.
Fig. 5. *Thamnium serpenticaule* C. Müll., p. 49. Planta magn. nat.
Fig. 6. *Porotrichum ramulosum* (Mitt.) P. Dusén, p. 42. Planta magn. nat.

P. Dusén del.

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 3.

NEW AND SOME LITTLE KNOWN MOSSES

FROM

THE WEST COAST OF AFRICA.

BY

P. DUSÉN.

II.

WITH 1 PLATE.

COMMUNICATED TO THE R. SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES FEBRUARY 12TH 1896.

REVISED BY V. WITTROCK AND A. G. NATHORST.

STOCKHOLM, 1896.
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Anoectangium basalticum n. sp.

Syn. *Anoectangium Duseni* C. Müller in litt.

Dioicum, sat dense cæspitosum, cæspitibus humilibus, viridibus vel flavo-viridibus; *caulis* erectus vel adscendens, usque ad 1 cm. longus, inferne defoliatus, e basi longe

a *b* *c*

sursum radiculosus, superne remote, summo dense foliosus, simplex vel dichotomus; folia ad medium caulem remota, parva, sursum sensim majora, summitate conferta, siccitate incurva vel subcochleate torta, humiditate stricta, patentia, lineari-lanceolata, subacuta, usque ad 0,9 mm. longa et 0,16 mm. lata, marginibus planis vel interdum uno latere saltem paullum reflexis, erosis, nervo valido, basi 0,03 mm. crasso, papilloso exarata; *cellulæ* apicales rotundatæ, medianæ rotundate quadratæ, basales rotundate rectangulæ, parietibus valde incrassatis, omnes valde papillosæ; *bracteæ perichætii* subconvolute vaginantes, longiuscule acuminatæ, marginibus planis, integerrimis, nervo valido exaratæ, cellulis rectangulis epapillosis; *seta* erecta, stricta, usque ad 8 mm. alta, medio 0,09 mm. crassa, pallide flava, lævissima; *theca* ovalis, usque ad 1,1 mm. longa et 0,68 mm. crassa, brunnea, erecta, subvernicosa; *operculum* conicum, longe subulate et oblique rostratum. Flores feminei basim versus plantæ dispositi.

Habitat in Camerunia in rupibus, ubi prope Bomanam pagum 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890 c. fr. vetustis, ad Beam pagum 950 metra supra mare m. Julio a. 1891 et ad Mokundange pagum m. Februario a. 1892 legi.

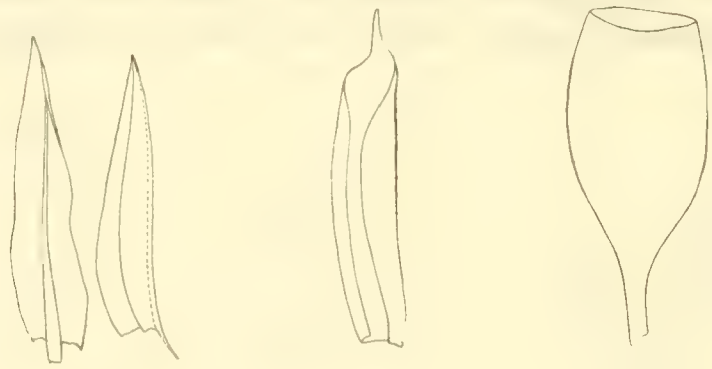
Very common on basaltic rocks on the sea-shore and ascends from there in the deep river-beds up to the height of 1000 m. Found fertile only higher up the Cameroons Mountain, for instance in the vicinity of Bomana, 600—700 m. above the level of the sea. Growing in vast, usually green tufts.

Fig. *a*, folia $\frac{32}{1}$; *b*, capsula cum operculo $\frac{22}{1}$; *c*, capsula deoperculata $\frac{22}{1}$.

Pl. 00, fig. 38, planta magn. nat.

Anoectangium afro-compactum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, densissime cæspitosum, cæspitibus superne lutescente viridibus, medio et inferne tomento denso ferrugineis vel umbrinis, pulvinatis, expansis; *caulis* pergracilis, erectus, usque ad 4 cm. longus, strictus vel subflexuosus, interdum simplex, plerumque dichotomus, superne ramulosus, e basi fere usque ad apicem dense radiculosus, dense



a *b* *c*

foliosus; *folia* sicca appressa, subspiraliter torta, humida stricta, erecto-patentia, usque ad 1,1 mm. longa et 0,27 mm. lata, lanceolata, acutissima, subcarinata, marginibus planis vel uno latere saltem subreflexis, papilloso-erosulis, nervo valido, basi 0,038 mm. crasso, dorso papilloso, cum apice desinente vel infra summum apicem evanido; *cellulæ* rotundate quadratæ, dorso minute papillosæ, basales nervum versus rectangulæ, omnes parietibus incrassatis; *bracteæ perichætii* erectæ, convolute vaginantes, latæ, summo subito contractæ, longiuscule cuspidatæ, accutissimæ, nervo ad basim cuspidis vel paullum altius evanido, cellulis inferioribus subelongatis, superioribus brevioribus, subrhombeis, omnibus lævissimis; *seta* erecta, stricta, usque ad 8 mm. alta et medio 0,07 mm. crassa, straminea, lævissima; *theca* erecta, ovalis, usque ad 1,4 mm. longa et 0,7 mm. lata, brunnea, lævissima; *flores* feminei laterales, sat numerosi; flores masculi plerumque numerosi, laterales vel terminales in innovationibus dispositis; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in rupibus, ubi in montibus Camerunensibus 2260 metra supra mare m. Julio a. 1891 c. fr. vetustis legi.

In size and habit resembling *A. compactum* Schw., but more densely tufted, with more gracile stems, and the leaves shorter and more erect and conferted.

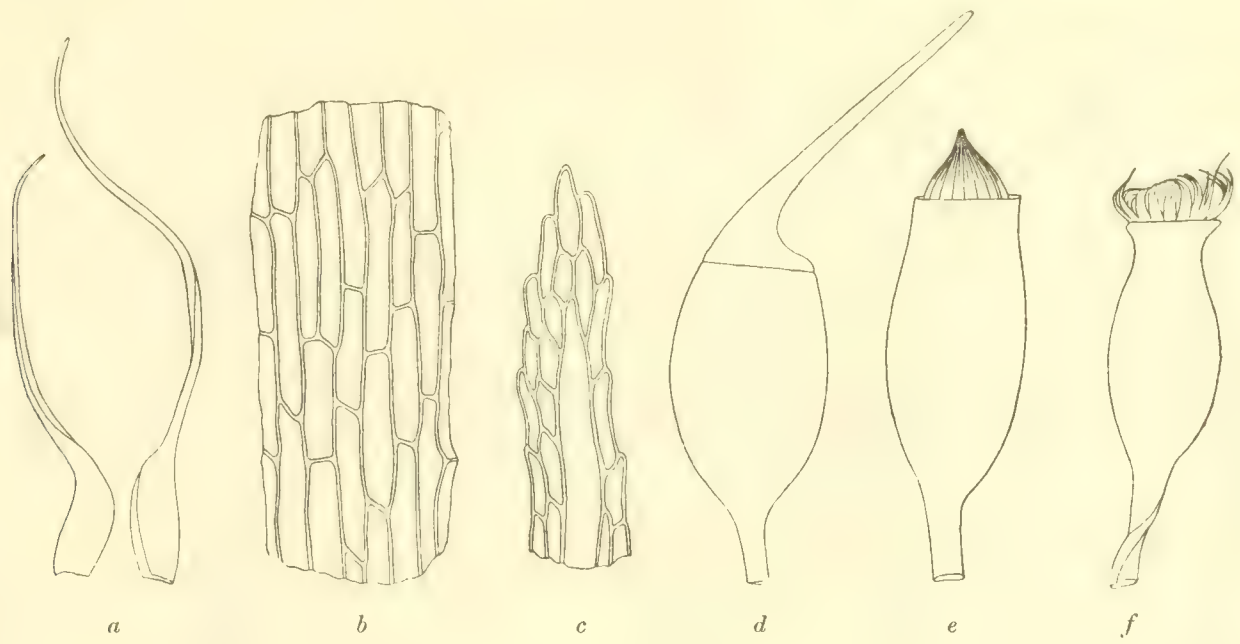
Found only above the forest-line.

Fig. *a*, folia $\frac{32}{1}$; *b*, bractea perichætii $\frac{32}{1}$; *c*, capsula $\frac{22}{1}$.

Pl. 00, fig. 37, planta magn. nat.

Dicranella pertenella C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, laxe cæspitosa, cæspitibus parvis, sordide viridibus; *caulis* erectus vel plerumque adscendens, simplex vel plerumque pauci-ramosus, inferne radiculosus; *folia* inferiora minora, remotiuscula, superiora majora, densiora, patentia, arcuata, haud vel vix secunda, usque ad 5 mm. longa, e basi brevi, vaginante sensim attenuata, longe capillariter elongata, marginibus planis, integerrimis, summo tantum erosulis, nervo valido, basi 0,076—0,095 mm. crasso, lævi, fere partem totam folii elongatam occupante, infra summum apicem evanido; *cellulæ* elongatæ, parce chlorophyllosæ, basales subrectangulæ; *bracteæ perichætii* foliis similes; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, stricta, usque ad 7 mm. alta, medio 0,095 mm. crassa, aureo-flava, nitida, lævissima, siccitate sinistrorsum torta; *theca* erecta, stricta, plerumque ovato-oblonga, symmetrica, 1 mm. longa et 0,5 mm. crassa, siccitate subtuberculata, sub ore constricta, brunnea; *peristomium* simplex, inferne aurantiacum, superne pallidius; *dentes* 16, humidi conniventes, sicci erecti, superne arcuate inflexi, 0,347 mm. alti et 0,04 mm. lati, haud trabeculati, e basi ad medium longitudinaliter dense rugosi, rugis papillosis, paullum infra medium in lacinias binas, dense papillosas fissi; *operculum* minute conicum, longe rostratum, rostro subulato, obliquo, circiter thecæ longitudinis; *sporæ* rotundæ, sordide virides, granulosæ, 0,019 mm. magnæ.



Habitat in Camerunia in rupibus basalticis adesis rivalibus, ubi prope Etome pagum 360 metra supra mare m. Januario a. 1892 c. fr. legi.

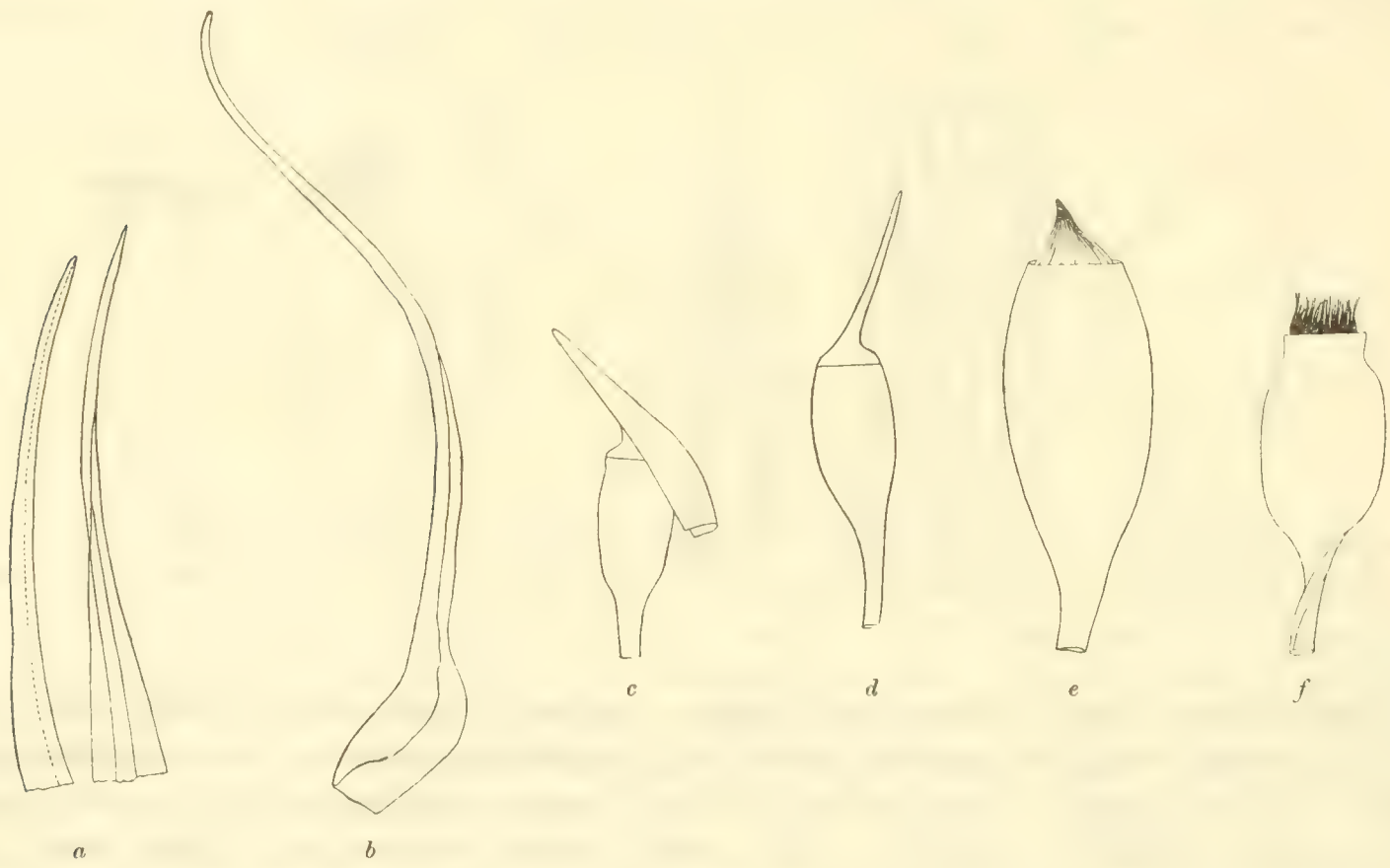
Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *d*, capsula operculata $\frac{32}{1}$; *e*, capsula humiditate $\frac{32}{1}$; *f*, capsula siccitate $\frac{32}{1}$.

Pl. 00, fig. 34, pars peristomii $\frac{142}{1}$; fig. 35, planta magn. nat.

Dicranella Cameruniæ n. sp.

Syn. *Aongstroemia Cameruniæ* C. Müller in litt.

Dioica, solitarie crescens vel laxissime cæspitosa, lutescente viridis; *caulis* gracilis, erectus vel interdum subadscendens, strictiusculus vel plus minusve arcuatus, usque ad



2 cm. altus, plerumque simplex vel superne innovando ramulosus, inferne remotiuscule, superne densius foliosus, basim versus radiculosus; *folia* inferiora minora, superiora majora, usque ad 2,7 mm. longa et 0,27 mm. lata, siccitate patula, arcuata vel subcrispata, humiditate patentia, stricta vel curvatiuscula, e basi elongate triangulari subulate excurrentia, marginibus planis, interdum inferne paullum reflexis, summo ob cellulas prominentes erosulis, ceterum integris, nervo valido, basi 0,06 mm. crasso, lævissimo, infra summum apicem evanido, cellulis elongatis, rectangulis; *bracteæ perichætii* longiores, e basi lata, vaginante sat subito contractæ, dein subulate reflexe elongatæ; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, stricta vel strictiuscula, circiter 8 mm. alta et medio 0,11 mm. crassa, siccitate sinistrorsum torta; *theca* erecta, stricta, symmetrica, ovalis, circiter 1 mm. longa et 0,5 mm.

crassa, sicca sub ore constricta; *peristomium* simplex, inferne aurantiacum, superne pallidius; dentes 16, humidi conniventes, sicci subreflexi, superne arcuate incurvati, 0,426 mm. alti et 0,06 mm. lati, e basi ad medium eleganter longitudinaliter rugosi, rugis pulchre minutissime punctulato-papillosis, longe infra medium in lacinias binas dense minutissime papillosas fissi; *operculum* minute vel vix conicum, oblique subulate rostratum, rostro fere theca longiore; *calyptra* cucullata, paullum infra mediam thecam producta, pallida.

Planta mascula parvula, plerumque simplex; folia perigonalia e basi lata vaginante raptim contracta, longe subulate elongata; antheridia magna, elongate clavata, curvatiuscula; paraphyses paucæ.

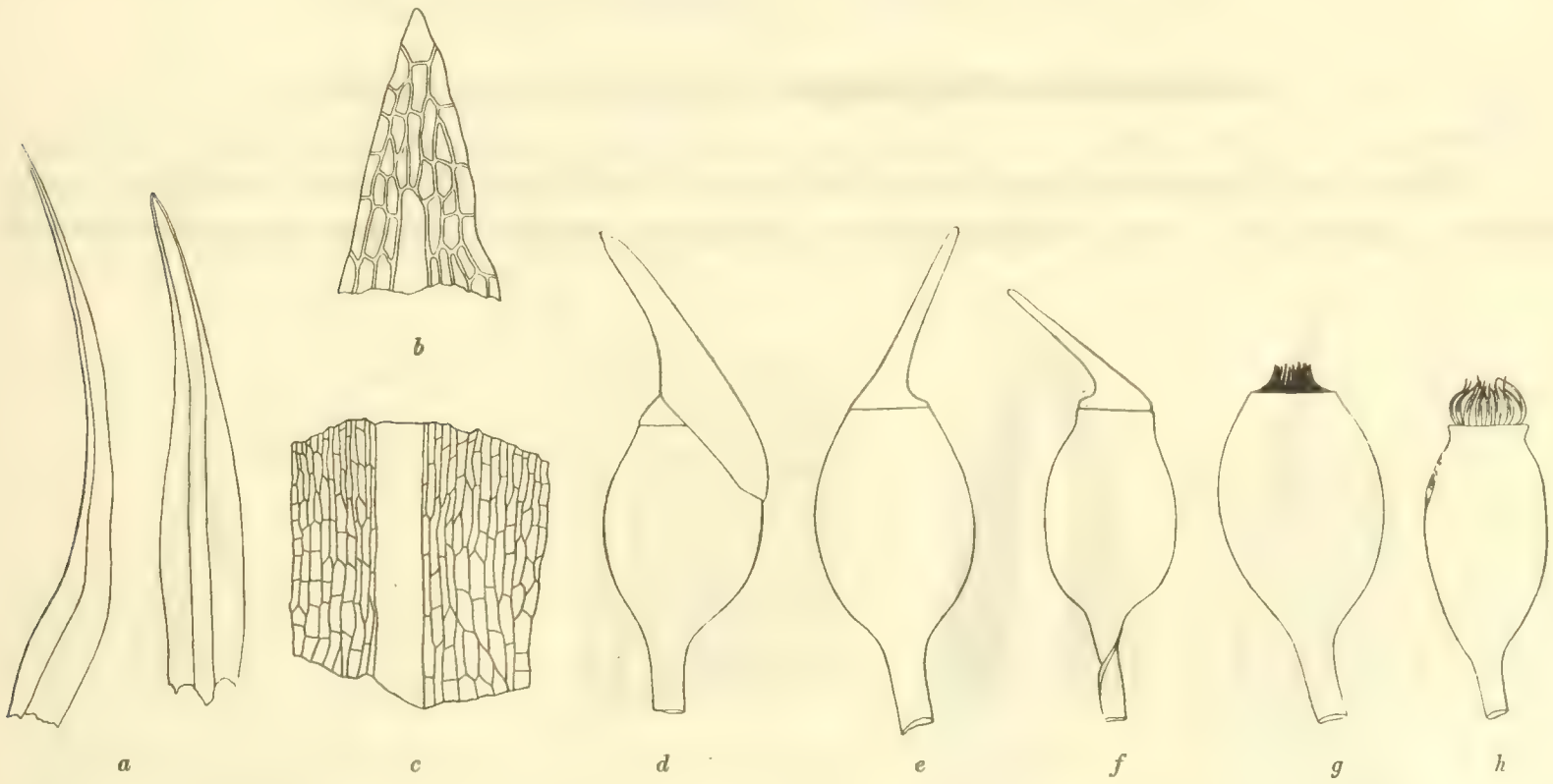
Habitat in Camerunia in humo, ubi ad Itoki emporium m. Februario a. 1890 c. fr. legi.

Fig. *a*, folia $\frac{22}{1}$; *b*, bractea perichætii $\frac{22}{1}$; *c*, capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *d*, capsula operculata $\frac{18}{1}$; *e*, capsula deoperculata humiditate $\frac{32}{1}$; *f*, capsula deoperculata siccitate $\frac{22}{1}$.

Pl. 00, fig. 32, pars peristomii $\frac{142}{1}$; fig. 33, planta magn. nat.

Dicranella ampullacea C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, pusilla, laxe cæspitosa, cæspitibus viridibus, valde expansis; *caulis* erectus vel subadscendens, usque ad 6 mm. altus, dense foliosus, basi radiculosus, simplex vel



parce brevissime ramulosus; *folia* sicca suberecta, humida subarcuate patentia, haud vel vix subsecunda, usque ad 2,7 mm. longa et 0,36 mm. lata, subulate elongata, inferne

canaliculata, marginibus integerrimis, inferne rectis, superne plerumque plus minusve reflexis, nervo valido, basi 0,06—0,08 mm. crasso, lævissimo percursa, cellulis elongatis, chlorophyllosis, subrectangulis, inferioribus majoribus; *bracteæ perichætii* foliis similes; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, siccitate subcurvata et sinistrorsum torta, humiditate stricta, usque ad 9 mm. alta et medio 0,09 mm. crassa, pallide flavo-viridis, vetusta pallide brunnea, lævissima; *theca* erecta, ovalis, symmetrica, 0,72 mm. alta et 0,5 mm. crassa, brunnea, siccitate scrobiculata, vix sub ore constricta, collo subnullo, annullo distinctissimo; *peristomium* simplex; *dentes* 16, humiditate vix conniventes, siccitate erecti, omnino æquilongi, simplices, integri vel plus minusve perforati vel plerumque usque infra medium in lacinias binas fissi, basi aurantiaci, superne pallidiores, lanceolati, inferne trabeculati, longitudinaliter rugosi, rugis punctulate papillosis, superne valde papillosi; *operculum* minute conicum, longe oblique et subulate rostratum; *calyptra* pallida, cucullata, circiter ad mediam thecam producta; *sporæ* rotundæ, subfuscæ, granulosæ, 0,013—0,016 mm. magnæ.

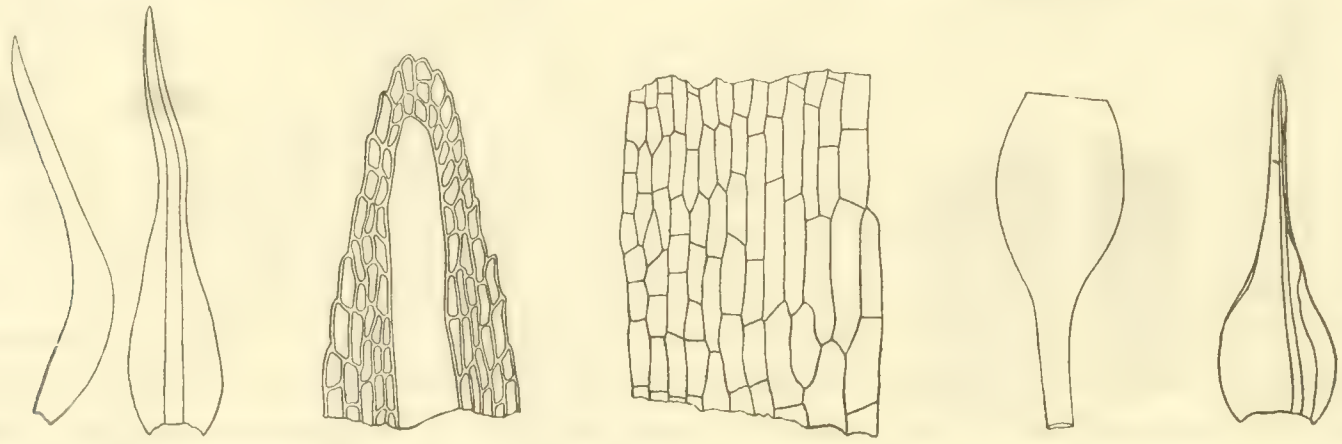
Habitat in territorio Oil Rivers in humo, ubi ad Old Calabar m. Julio a. 1892 c. fr. legi.

Fig. *a*, folia $\frac{32}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{100}{1}$; *d*, capsula calyptrata $\frac{32}{1}$; *e*, capsula operculata humiditate $\frac{32}{1}$; *f*, capsula operculata siccitate $\frac{32}{1}$; *g*, capsula deoperculata humiditate $\frac{32}{1}$; *h*, capsula deoperculata siccitate $\frac{32}{1}$.

Pl. 00, fig. 29, planta magn. nat.; fig. 30 et 31, partes peristomii $\frac{200}{1}$.

Dicranella afro-exigua C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, sat dense cæspitosa, cæspitibus parvis, humillimis, flavescente viridibus; *caulis* minutus, usque ad 3 mm. longus, inferne plerumque simplex, superne ramulis nonnullis



brevissimis, dense foliosus, e substrato patentissimus; *folia* usque ad 1,8 mm. longa et basi circiter 0,28 mm. lata, siccitate inferiora arcuate patentia vel patula, superiora erecta, humidi-

tate superiora arcuate patentia, haud vel vix subsecunda, e basi ovato-oblonga lanceolate elongata, carinata, marginibus planis, summo tantum erosulis, ceterum integris, nervo valido, basi 0,06 mm. crasso, lævi, infra summum apicem evanido; *cellulæ* elongatæ, inferiores subrectangulæ; *bracteæ perichætii* foliis similes; *seta* suberecta, strictiuscula, pallide viridis, usque ad 5 mm. alta, siccitate sinistrorsum torta; *theca* ovalis, erecta, vetusta fusca, siccitate sub ore haud constricta, scrobiculata, subsulcata; *operculum* conicum, longe oblique rostratum; cetera ignota.

Planta mascula plantæ femineæ æquilonga, simplex vel pauci-ramosa, floribus crassis, subsphæricis, et lateralibus et terminalibus; folia perigonalia e basi breviter ovata lanceolate elongata, nervo tenuiore, infra summum apicem evanido, omnia æquilonga; antheridia circiter 15; paraphyses nullæ.

Habitat in Camerunia in parietibus lutatis casarum, ubi ad Monjange pagum m. Martio a. 1891 c. fr. vetustis legi.

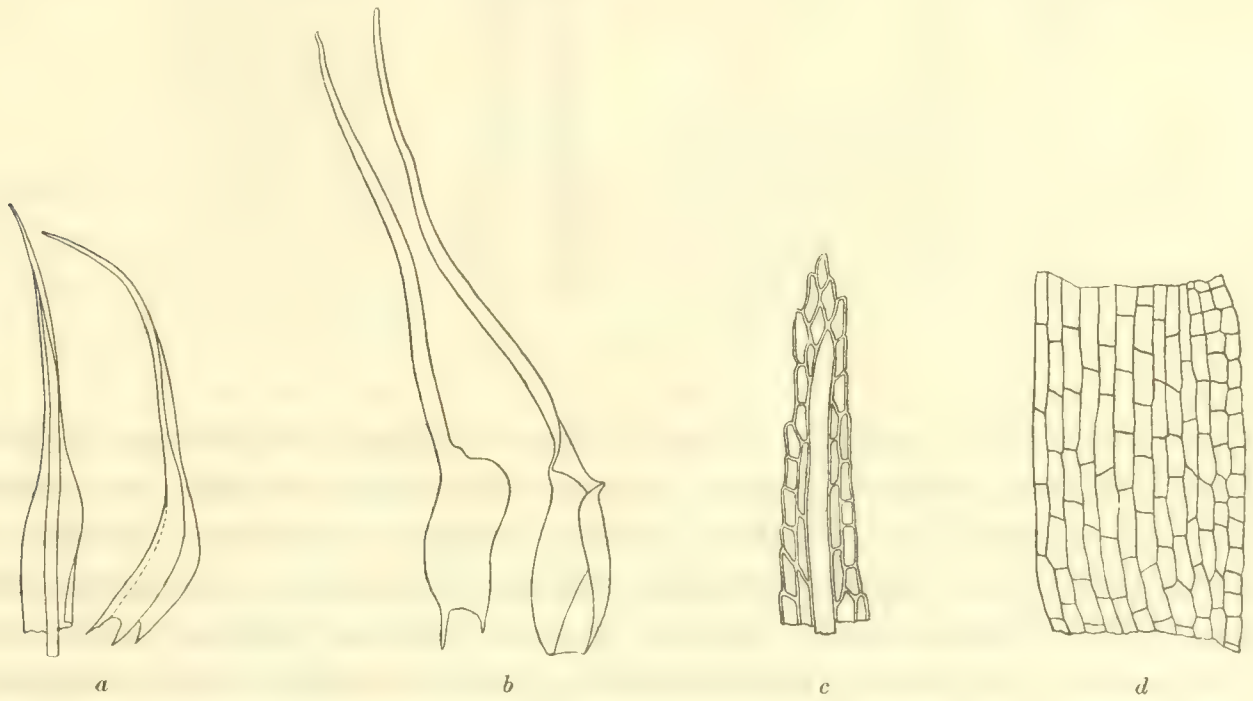
Closely allied to *D. exigua* C. Müller and scarcely to be distinguished from that species otherwise than by its more robust habit.

Fig. *a*, folia $\frac{32}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *d*, capsula humiditate $\frac{32}{1}$; *e*, folium perigonale $\frac{32}{1}$.

Pl. 00, fig. 48, planta magn. nat.

Dicranella nodicoma C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, dense cæspitosa, cæspitibus latissimis, lutescente viridibus, inferne sordide viridibus; *caulis* erectus, strictiusculus, gracilis, usque ad 5 cm. altus, simplex vel plerumque



a *b* *c* *d*

basim versus fasciculatim ramosus, superne ramulosus, floribus masculis terminalibus capituligerus, remote foliosus, basi radiculosus; *folia* usque ad 2,9 mm. longa et basi 0,3 mm. crassa, siccitate erecta vel erecto-patentia, strictiuscula vel vage curvata, humiditate e basi vaginante patentia, strictiuscula vel arcuata, haud secunda, e basi sensim attenuata, subulate elongata, acutiuscula, carinata, marginibus inferne paullum reflexis, ceterum planis, summo tantum ob cellulas prominentes erosulis, ceterum integerrimis, nervo valido, basi 0,09 mm. crasso, lævissimo, infra summum apicem evanido, cellulis elongatis, subrectangulis; *folia perigonalia* longiora, e basi lata, convolutaceo-vaginante raptim contracta, longe subulate elongata, cellulis partis basalis inferioribus subrectangulis, superioribus rhomboideis; *antheridia* magna, elongate clavata, paullum curvata; *paraphyses* sat numerosæ, filiformes, cerineæ; cetera ignota.

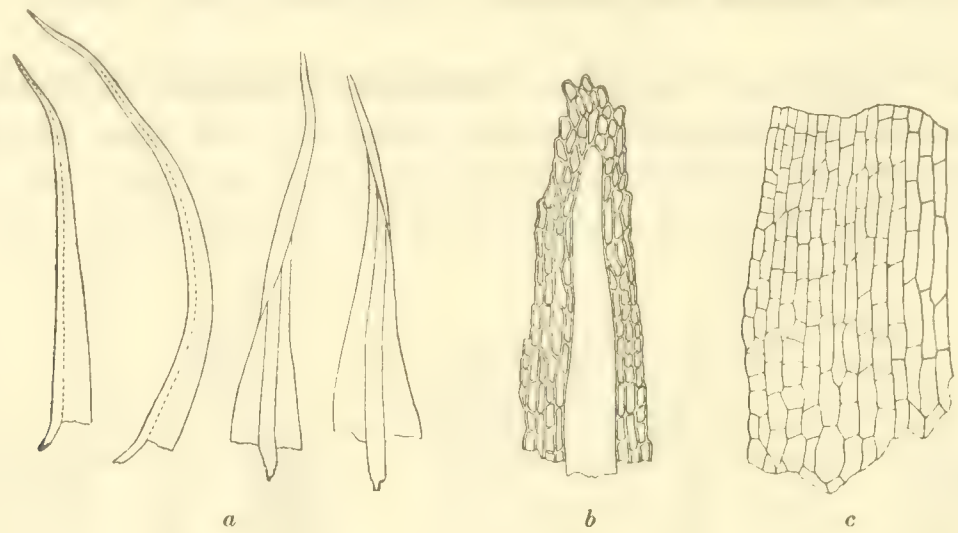
Habitat in Camerunia in humo, ubi prope Victoriam emporium in insula Mondole m. Augusto a. 1891 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{22}{1}$; *b*, folia perigonalia $\frac{22}{1}$; *c*, cellulæ apicales $\frac{142}{1}$; *d*, cellulæ basales $\frac{142}{1}$.

Pl. 00, fig. 21, planta magn. nat.

Dicranella falcularia C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosa, cæspitibus valde expansis, lutescente viridibus, inferne sordide viridibus; *caulis* erectus, strictus, usque ad 3,5 cm. altus, simplex vel inferne bifurcatus, inter-



dum superne fasciculatim ramosus, dense foliosus, inferne radiculosus; *folia* usque ad 2,7 mm. longa et basi circiter 0,3 mm. lata, siccitate erecto-patentia vel patentia, strictiuscula vel vage curvata vel paullum reflexa, suprema subfalcate secunda, humiditate patentia, strictiuscula vel leniter curvata, suprema subsecunda, elongate triangularia, carinata, marginibus planis, summo tantum erosulis, ceterum integris, nervo valido, basi 0,09—0,12 mm. crasso, lævissimo, infra summum apicem evanido; cellulæ elongatæ, omnino rectangulæ, superiores minores; cetera ignota.

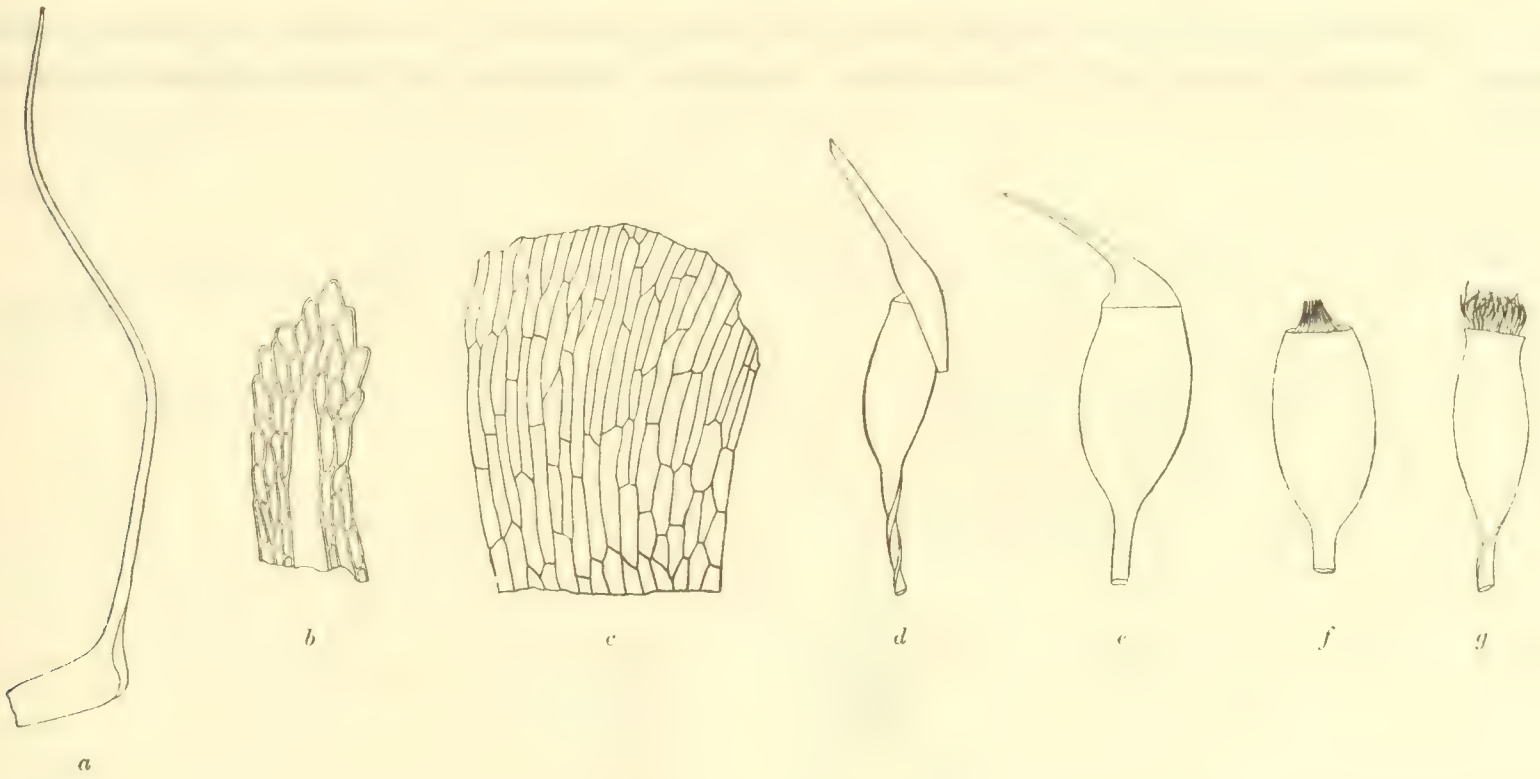
Habitat in Camerunia in humo, ubi in insula Mondole m. Augusto a. 1891 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{22}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{142}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{142}{1}$.

Pl. 00, fig. 22, planta magn. nat.

Dicranella rivalis C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, laxe cæspitosa, cæspitibus parvis, sordide viridibus; *caulis* erectus vel adscendens, usque ad 2 cm. altus, simplex vel dichotomus, densiuscule foliosus, basi radiculosus; *folia* e basi lata, breviter rectangula, vaginante raptim contracta, valde elongata, capillaria,



usque ad 8 mm. longa, patula, crispata, haud secunda, marginibus planis, integerrimis, summo tantum ob cellulas paullum prominentes erosulis, nervo valido, basi 0,09 mm. crasso, partem folii elongatam fere occupante, lævi, infra summum apicem evanido; *cellulæ* apicales rotundate oblongæ, basales elongate rectangulæ, ceteræ breviter rectangulæ, parce chlorophyllosæ; *bracteæ perichætii* parte vaginante longiores, ceterum foliis similes; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, stricta, aureo-flava, usque ad 13 mm. alta et medio 0,14 mm. crassa, lævissima, siccitate sinistrorsum torta; *theca* erecta, stricta, symmetrica, ovato-oblonga, 1,36 mm. alta et 0,60 mm. crassa, siccitate corrugata et subtuberculata, sub ore paullum constricta, sordide viridis, vetusta fusca, annulo distincto; *peristomium* simplex, inferne aurantiacum, superne pallidius; dentes 16, 0,374 mm. alti et 0,053 mm. lati, humiditate conniventes, siccitate erecti, superne arcuate vel subgeniculate inflexi, e basi ad medium circiter longitudinaliter rugosi, rugis papillosis, paullum infra medium in lacinias binas, dense papillosas fissi; *operculum* minute conicum, longe subulate oblique rostratum;

calyptra pallida, cucullata, circiter ad mediam thecam producta; *sporæ* sordide virides, rotundæ, 0,018—0,021 mm. magnæ, granulosæ.

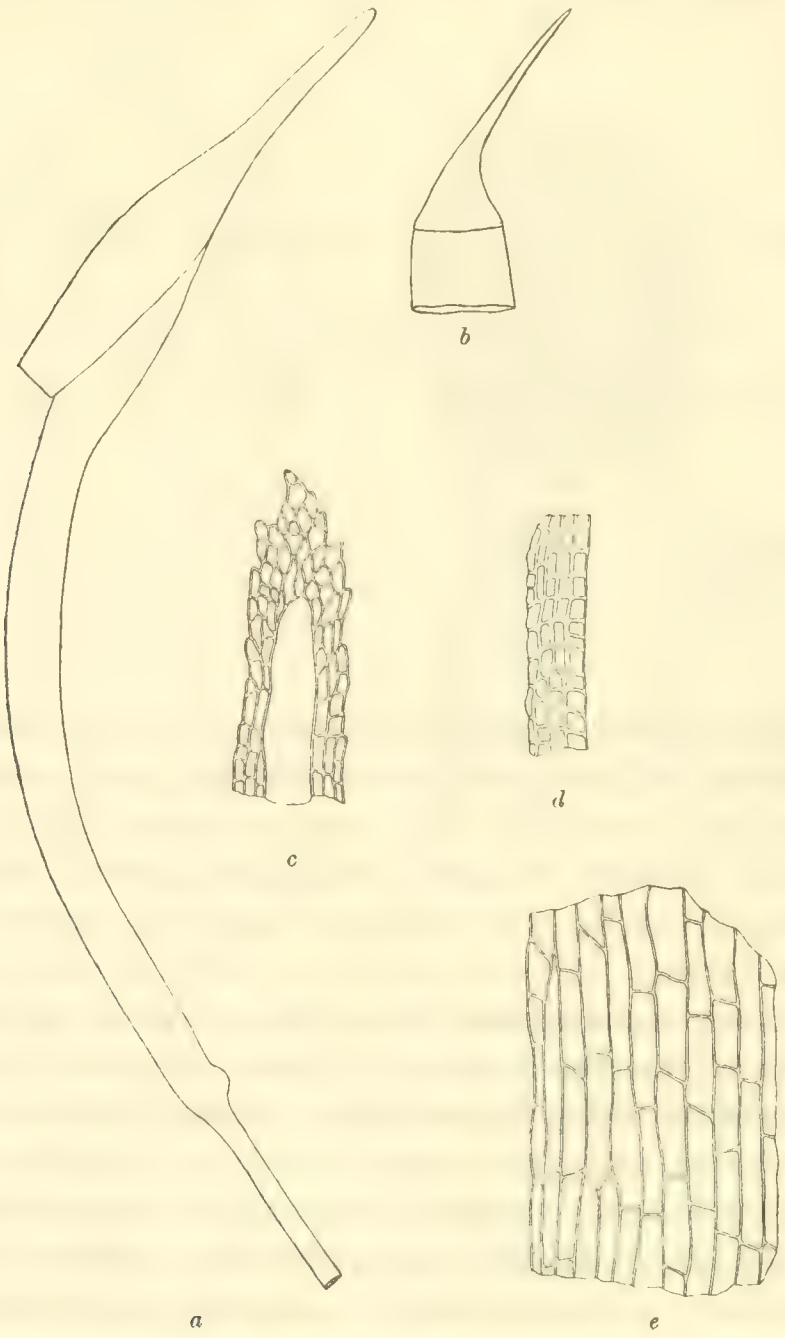
Habitat in Camerunia in rupibus rivalibus, ubi prope Etome pagum 360 metra supra mare m. Januario a. 1892 c. fr. legi.

Fig. *a*, folium $\frac{18}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$; *d*, capsula calyptrata siccitate $\frac{18}{1}$; *e*, capsula operculata humiditate $\frac{18}{1}$; *f*, capsula deoperculata humiditate $\frac{18}{1}$; *g*, capsula deoperculata siccitate $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 27, planta magn. nat.; fig. 28, pars peristomii $\frac{142}{1}$.

Trematodon Victoriæ C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, dense et late cæspitosum, cæspitibus viridibus vel sordide viridibus; *caulis* erectus, strictus, usque ad 12 mm. altus, simplex, interdum basi pauci-ramosus, inferne



remotiuscule, superne densiuscule foliosus, inferne radiculosus; *folia* inferiora minora, superiora majora, usque ad 3,6 mm. longa, e basi erecta semiamplexicauli sensim subulate elongata, siccitate patentia vel patula, flexuosa, humiditate patula, strictiuscula vel leniter curvata, acutiuscula, canaliculata, marginibus superne, præcipue summo ob cellulas plus minusve prominentes erosulis vel remote subserrulatis, ceterum integris, nervo basi 0,09 mm. crasso, infra summum apicem evanido; *cellulæ* basales elongate rectangulæ, laxæ, subpellucidæ, apicales diversiformes, ceteræ breviter rectangulæ vel subquadratæ, parietibus incrassatis; *bracteæ perichætii* foliis similes, sed paullum longiores, basi subconvolute vaginante; *vaginula* cylindrica; *seta* erecta, aureo-flava, sicca dextrorsum torta, rarissime flexuosa, usque ad 3 cm. alta et medio 0,16 mm. crassa; *theca* oblongo-cylindrica, fere stricta, annulo distincto, collo circiter duplo longiore, cylindrico, leniter arcuato, basi strumifero; *peristomium* simplex, pallide-brunneum; *dentes* 16, 0,540 mm. alti et 0,063 mm. lati, articulate nodulosi, haud trabeculati, basi membrana conjuncti, in lacinias binas, æquales, apice hyalinas et ad articulationes cohærentes fissi, hic illic, præcipue basi longitudinaliter minute perforati, superne minutissime papillosi; *operculum* rubellum, conicum, longe oblique rostratum; *calyptra* pallide flava, cucullata, paullum infra mediam thecam producta.

Habitat in Camerunia in humo, ubi ad Victoriam emporium m. Julio a. 1891 c. fr. vix maturis legi.

Not uncommon near the coast; found up to the height of about 1000 m.

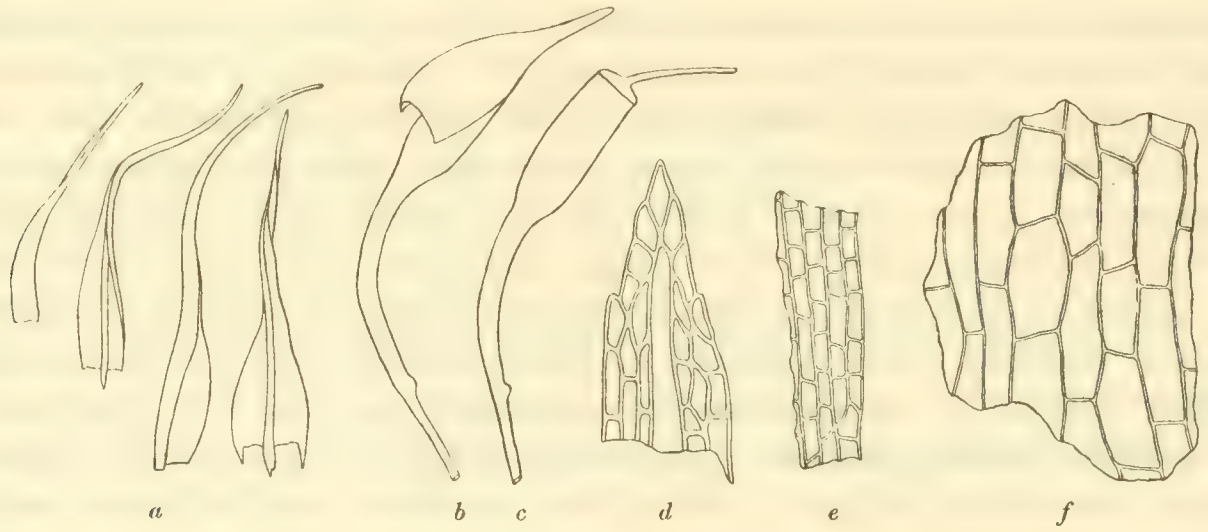
Fig. *a*, capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior capsulæ operculatæ $\frac{18}{1}$; *c*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *d*, cellulæ medianæ ad marginem sitæ $\frac{200}{1}$; *e*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 44, planta magn. nat.

Trematodon nudus C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, dense et late cæspitosum, cæspitibus lutescente viridibus; *caulis* erectus, strictus, usque ad 6 mm. altus, simplex vel interdum basi pauci-ramosus et interdum superne innovando pauci-ramulosus, inferne remote, sursum densius foliosus; *folia* e basi erecta, semiamplexicauli sensim elongate attenuata, acuminata, siccitate patentia vel patula, flexuosa, humiditate plerumque patula, strictiuscula vel arcuate reflexa vel inflexa, usque ad 2,7 mm. longa, canaliculata, marginibus integerrimis vel summo tantum ob cellulas paullum prominentes remotissime et minutissime erosis, nervo basi circiter 0,06 mm. crasso, infra summum apicem evanido; *cellulæ* basales subpellucidæ, laxæ, rectangulæ, ceteræ minores, rectangulæ, parietibus subincrassatis; *bracteæ perichætii* foliis similes, sed longiores, suberectæ, basi subconvolute vaginante; *vaginula* brevis, cylindrica; *setæ* singulæ vel interdum binæ, erectæ, strictæ, pallide virides, usque ad 5 mm. altæ et medio 0,09—

0,11 mm. crassæ, siccitate haud tortæ; *theca* erecta, stricta, subcylindrica, sordide brunnea, collo leniter arcuato, strumoso, cylindrico, theca longiore, olivaceo; *peristomium* nullum; *operculum* deplanate conicum, fusco-rubrum, longe, oblique et subulate rostratum, rostro pallide flavo; *calyptra* subinflate cucullata, pallide flavo-viridis, infra mediam thecam producta.



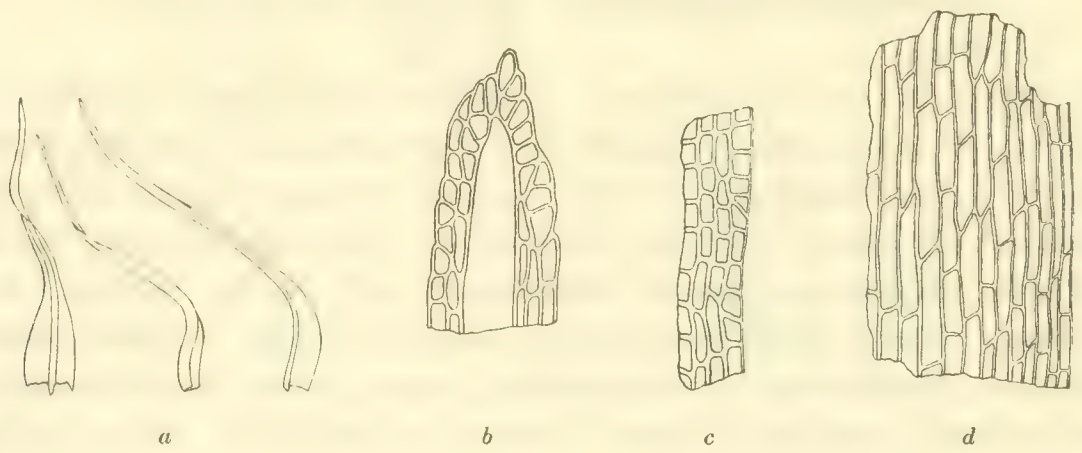
Habitat in Camerunia in humo, ubi ad Bibundi emporium m. Augusti a. 1891 c. fr. legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *c*, capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *d*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *e*, cellulæ medianæ ad marginem sitæ $\frac{200}{1}$; *f*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 47, planta magn. nat.

Trematodon minutulus C. MÜLLER n. sp. in litt.

Autoicus (?), dense cæspitosus, cæspitibus parvis, humillimis, flavescente viridibus; *caulis* brevissimus, erectus, basi multi-ramosus, dense foliosus, inferne tomentose radi-



culosus, radiculis longis rufisque; *folia* e basi erecta, semiamplexicauli sensim attenuata, subulate elongata, siccitate patula, flexuosa, humiditate patula, plerumque arcuate reflexa

vel inflexa, canaliculata, usque ad 2,4 mm. longa, marginibus integerrimis, interdum summo tantum ob cellulas paullum prominentes minutissime erosis, nervo basi circiter 0,05 mm. crasso, infra summum apicem evanido; *cellulæ* basales elongate subrectangulæ, apicales diversiformes, ceteræ breviter rectangulæ, parietibus incrassatis; *flores* masculi et feminei terminales; *bracteæ perichætii* et *folia perigonalia* foliis similia, sed longiora, erecta vel suberecta, basi subconvolute vaginantia; cetera ignota.

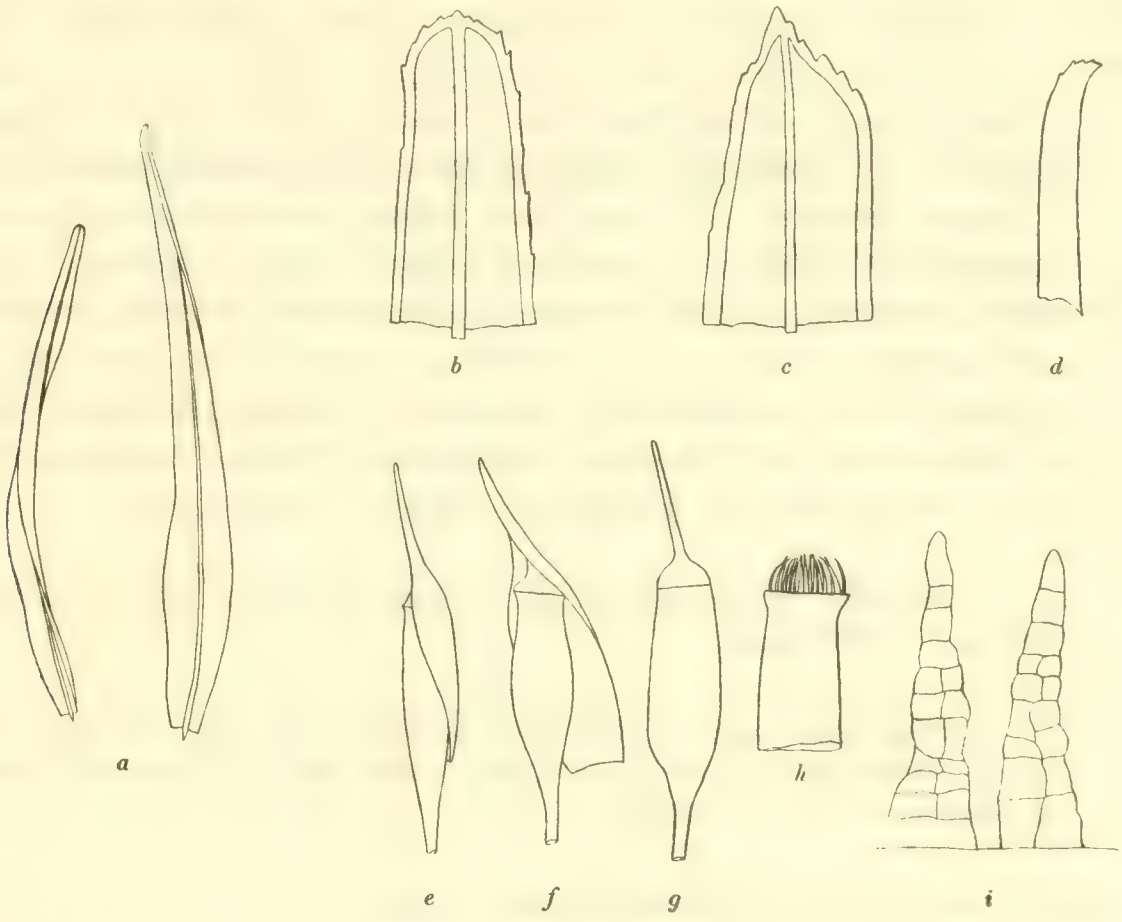
Habitat in Camerunia in ripis argilloso-arenaceis, ubi ad flumen Lokelle prope Barrikam pagum m. Februario a. 1891 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ medianæ ad marginem sitæ $\frac{200}{1}$; *d*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 36, planta magn. nat.

Leucophanes Cameruniæ C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, dense cæspitosum, cæspitibus albescentibus, humilibus, sat parvis, haud nitidis; *caulis* subdecumbens, usque ad 1,5 cm. longus, ramosissimus, dense foliosus, infima



basi radiculosus; *folia* e basi subvaginante erecto-patentia, stricta, lineari-lanceolata, normaliter apice rotundata et paullum recurvata, interdum leniter acuminata, usque ad 4,4 mm. longa et circiter 0,36 mm. lata, canaliculata, marginibus planis, summo tantum minute

denticulato-serratis, ceterum integerrimis, limbata, limbo circumducto, ad medium folium 0,013 mm. lato, nervo tenui, basi 0,03 mm. crasso exarata, cellulis inferioribus breviter, superioribus elongate rectangulis; *bracteæ perichætii* foliis similes; *seta* stricta, erecta, brunnea, usque ad 7 mm. longa, medio 0,08 mm. crassa, lævissima; *theca* erecta, stricta, symmetrica, oblongo-cylindrica, 1,45 mm. longa et 0,5 mm. crassa, siccitate sub ore vix vel haud constricta, subsulcata; *peristomium* simplex, cerineum; *dentes* 16, humiditate conniventes, siccitate subreflexe erecti; *operculum* conicum, longe stricteque subulate rostratum, rostro theca multo breviore; *calyptra* pallida, cucullata, fere ad basim thecæ producta.

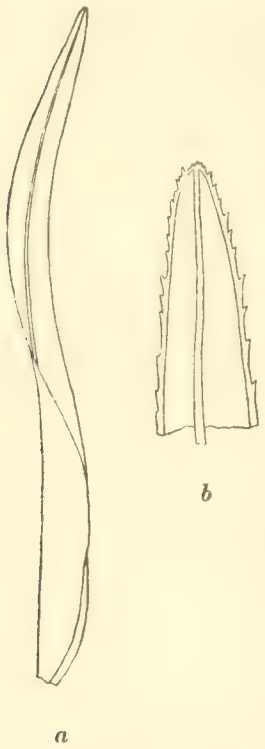
Habitat in Camerunia in truncis ramisque arborum, ubi prope Batoki pagum m. Octobri a. 1890 c. fr. vetustis et ad Love emporium m. Majo a. 1891 c. fr. legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b* et *c*, pars superior folii $\frac{142}{1}$; *d*, pars superior folii a latere visa $\frac{87}{1}$; *e* et *f*, capsulæ calyptratæ $\frac{18}{1}$; *g*, capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *h*, pars superior capsulæ siccitate $\frac{18}{1}$; *i*, pars peristomii $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 42, planta magn. nat.

Leucophanes denticuspis C. Müller n. sp. in litt.

Laxiuscule cæspitosum, cæspitibus albidis, sat parvis, haud nitidis; *caulis* fragilis, strictus, erectus vel suberectus, usque ad 2,5 cm. longus, simplex vel plerumque ramosus, dense foliosus, infima basi radiculosus; *folia* e basi subvaginante erecto-patentia vel patentia, stricta, lineari-lanceolata, acuminata, usque ad 6,3 mm. longa et 0,45 mm. lata, inferne canaliculata, superne planiuscula, marginibus planis, ad medium folium remote, apicem versus et summo dense aculeate serratis, ceterum integerrimis, limbata, limbo circumducto, ad medium folium 0,013 mm. lato, nervo tenui, basi 0,035 mm. crasso, superne dorso remotiuscule minuteque aculeato percursa, cellulis basalibus et apicalibus sat breviter rectangulis; *bracteæ perichætii* foliis similes; *archegonia* perpauca; *paraphyses* nullæ; cetera ignota.



b

a

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi prope Basse pagum m. Octobri a. 1890 legi.

Standing near to the last species, but very distinct; differing in the more denticulate upper part of the leaves and the aculeated dorsal side of the topmost part of the nerve.

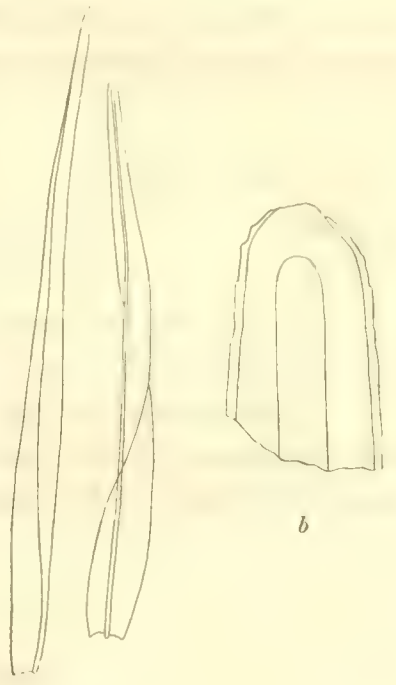
Very loosely tufted or growing amongst other mosses.

Fig. *a*, folium $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{142}{1}$.

Pl. 00, fig. 43, planta magn. nat.

Leucophanes calymperaceum C. Müller n. sp. in litt.

Densissime cæspitosum, cæspitibus superne rubescentibus vel brunnescentibus, inferne albidis, humilibus, pulvinatis, haud nitidis; *caulis* erectus, simplex vel ramosus, usque ad 8 mm. altus, densissime foliosus, infima basi radiculosus; *folia* e basi subvaginante erecto-patentia, stricta, lineari-lanceolata, apice rotundata, usque ad 4,2 mm. longa et circiter 0,4 mm. lata, canaliculata, marginibus planis, ubique integerrimis vel summo vix erosulis, limbata, limbo fere circumducto, summo apice tantum nullo, ad medium folium 0,016 mm. lato, nervo tenui, basi 0,021 mm. crasso, lævissimo, infra summum apicem evanido, cellulis inferioribus breviter, superioribus sat elongate rectangulis; folia inferiora sæpe acuminata et apice radiculosa; cetera ignota.



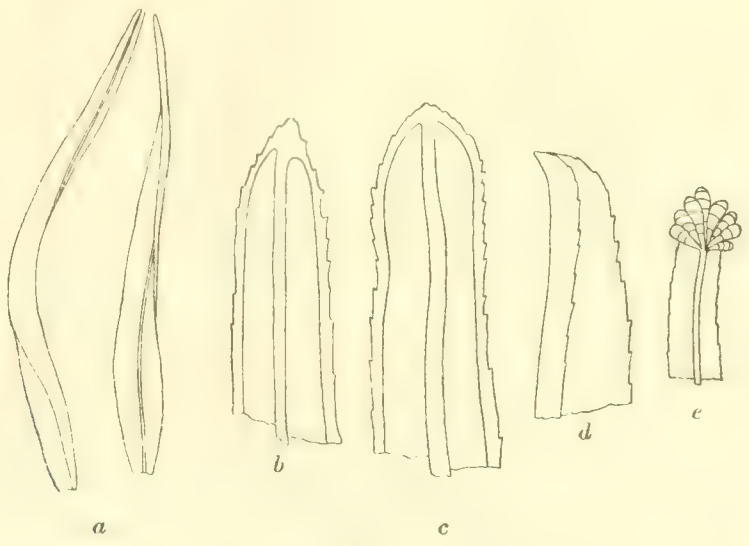
Habitat in Camerunia in truncis ramisque arborum, ubi ad Bomanam pagum 670 m. supra mare m. Decembri a. 1890 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{142}{1}$.

Pl. 00, fig. 39, planta magn. nat.

Leucophanes obtusatulum C. Müller n. sp. in litt.

Plerumque laxe, interdum dense cæspitosum, cæspitibus expansis, pallide viridibus, humilibus, haud nitidis; *caulis* erectus vel interdum adscendens, simplex vel ramosus,



usque ad 7 mm. altus, densissime foliosus, infima basi radiculosus; folia e basi subvaginante erecto-patentia, lineari-lanceolata, apice subrecurvata, rotundate obtusa vel suba-

cuminata et sæpissimæ ventrali corpusculis puccineoideis ornatis, canaliculata, marginibus planis, superne vel plerumque summo tantum minutissime serrulatis, ceterum integerrimis, limbata, limbo circumducto, ad medium folium 0,013 mm. lato, nervo tenui, basi circiter 0,027 mm. crasso, lævissimo exarata, cellulis basalibus sat breviter, apicalibus sat elongate rectangulis.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium et ad Ndian emporium m. Martio a. 1892 legi.

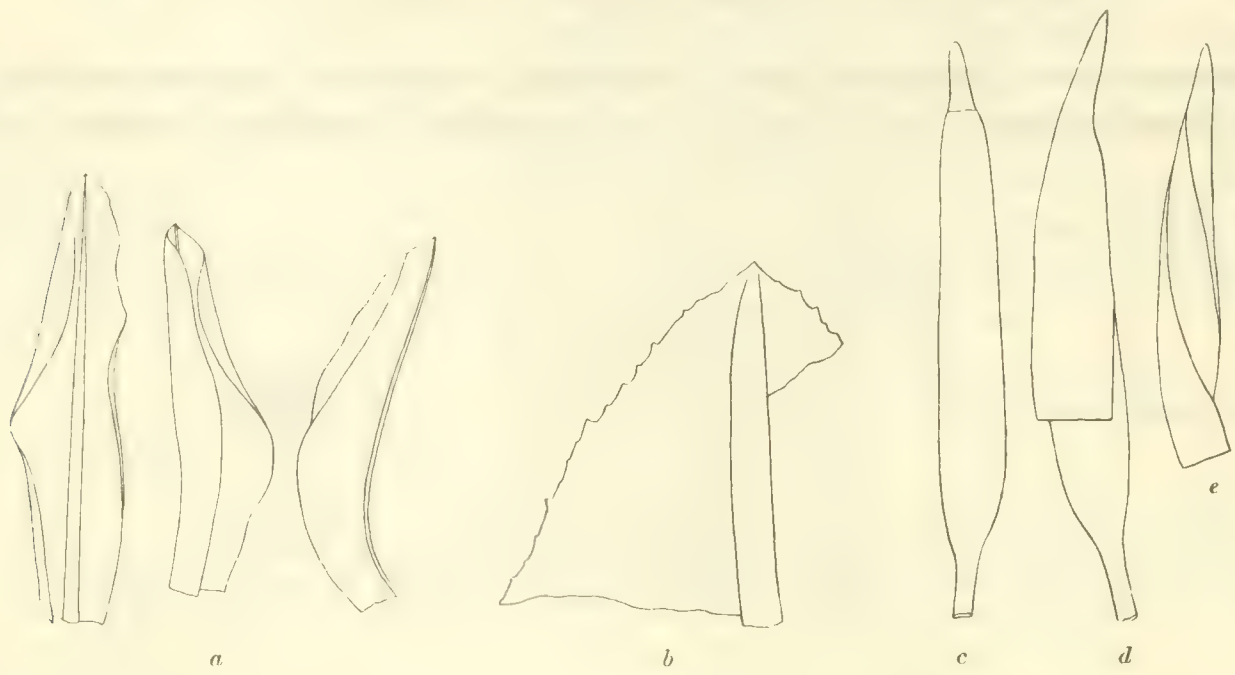
Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b* et *c*, pars superior folii $\frac{142}{1}$; *d*, pars superior folii a latere visa $\frac{142}{1}$; *e*, pars superior folii $\frac{62}{1}$.

Pl. 00, fig. 40, planta magn. nat.

The species of the genus *Leucophanes* are not particularly common in the Cameroon colony and, apparently, do scarcely ascend more than 1000 m. up the mountain. They more especially seem to belong to the coast-district.

Hyophila crenulata C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, laxe cæspitosa, cæspitibus expansis, sordide viridibus; *caulis* robustus, erectus vel subadscendens, usque ad 2 cm. altus, simplex, dichotomus vel pauci-ramosus, interdum



superne breviter ramulosus, dense foliosus, infima basi radiculosus; *folia* sicca incurva, convoluta, humida patentia vel patula, stricta vel subarcuata, usque ad 2,9 mm. longa et circiter 0,72 mm. lata, late lanceolata, acutiuscula, inferne saltem canaliculata, superne subplana, canaliculata vel subconvoluta, marginibus planis strictis vel sinuatis, inferne

integerrimis, e medio folio usque ad apicem crenato-serratis, nervo valido, basi circiter 0,12 mm. crasso, flavo-viridi, lævissimo exarata; *cellulæ* minutissimæ, 0,008 mm. diam., rotundæ, opacæ, parietibus valde incrassatis, basales rectangulæ, subpellucidæ, parietibus vix incrassatis; *bracteæ perichætii* foliis similes; *setæ* singulæ vel interdum binæ, erectæ, strictæ, usque ad 15 mm. altæ, medio 0,16 mm. crassæ, brunneæ, lævissimæ; *theca* erecta, stricta, cylindrica, brunnea, usque ad 3,27 mm. longa et 0,63 mm. crassa, ore paullum contracta, annulo distincto; *peristomium* nullum; operculum conicum, rostratum, rostro stricto, crasso, sat brevi; *calyptra* pallida, infra mediam thecam producta, ad capsulam fere appressa, subtorta.

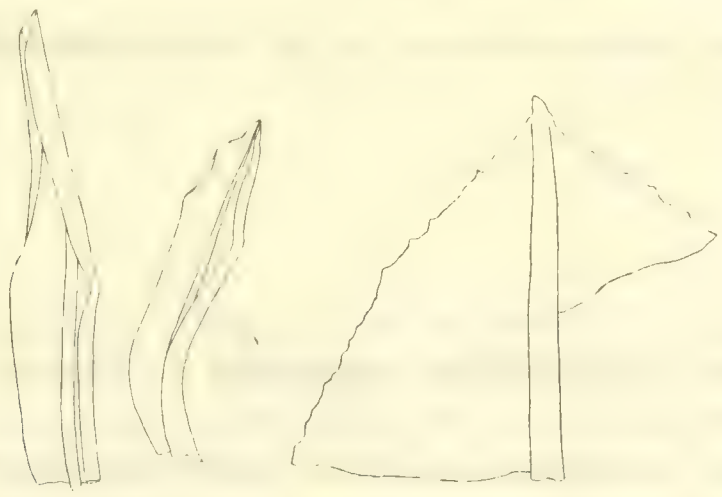
Habitat in Camerunia in saxis, ubi ad Basse pagum m. Octobri a. 1890 et m. Januario a. 1892 et ad Massakkam pagum in territorio Batangæ m. Aprili a. 1892 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *c*, capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *d*, capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *e*, calyptra $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 46, planta magn. nat.

Hyophila Victoriæ C. Müller n. sp. in litt.

Dioica, sat dense cæspitosa, cæspitibus humilibus, pulvinatis, viridibus; *caulis* erectus, strictus, usque ad 1 cm. altus, simplex, dense foliosus, infima basi radiculosus;



a *b*

folia sicca incurva, interdum subspiraliter torta vel flexuosa, convoluta, humida e basi erecta patentia vel patula, stricta, late lanceolata, acuta, canaliculata, superne plus minusve convoluta, marginibus planis, strictis vel sinuatis, inferne integerrimis, e medio folio vel paullum inferius usque ad apicem crenato-serrulatis, nervo valido, basi circiter 0,11 mm. crasso, flavo-viridi, lævissimo exarata; *cellulæ* minutissimæ, 0,006—0,008 mm. magnæ, parietibus vix incrassatis, dorso vix papillosæ, basales rectangulæ, pellucidæ; *bracteæ peri-*

chætii foliis similes; *setæ* singulæ, juventate stramineæ, usque ad 12 mm. altæ, strictæ, erectæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in muris, ubi ad Victoriam emporium m. Augusto a. 1891 c. fr. immaturis legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{87}{1}$.

Hyophila anoectangioides C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosa, cæspitibus sat parvis, pulvinatis, humilibus, pallide viridibus; caulis gracilis, strictus, erectus, usque ad 9 mm. altus, simplex, remotiuscule foliosus, infima basi radiculosus; *folia* usque ad 2,5 mm. longa et 0,27—0,36 mm. lata, sicca incurva, convoluta, humida e basi erecta patentia vel patula, lanceolata, acuta, inferne canaliculata, superne canaliculata vel plus minusve convoluta, marginibus planis, inferne medioque integerrimis, apicem versus erosulis vel serrulatis, nervo valido, lutescente viridi, basi 0,06—0,07 mm. crasso, lævissimo, cum apice desinente vel infra summum apicem evanido; *cellulæ* minutissimæ, 0,005—0,008 mm. magnæ, omnino quadratæ, interdum rotundæ vel rotundate angulatæ, opacæ, dorso subpapillosæ, parietibus subincrassatis, basales rectangulæ, pellucidæ; *bracteæ perichætii* foliis similes; archegonia et paraphyses paucæ; cetera ignota.

a

Habitat in Liberia in rupibus murisque, ubi m. Julio a. 1890 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$.

Calymperes (Hyophilina) asperum C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosum, cæspitibus humilibus, albescenti viridibus, pulvinatis vel sat expansis, haud nitidis; *caulis* erectus, usque ad 1 cm. altus, strictus, ad basim radiculosus, e basi remote foliosus, simplex; *folia* sicca suberecta, incurvata, valde convoluta, angustissima, humida e basi erecta, vaginante, albida patentia vel superiora saltem patula, strictiuscula, inferiora minora, elongate lanceolata, subcanaliculata, acuminata, nervo superne lævi vel vix papilloso, infra summum apicem evanido, cellulis haud papillosis, superiora majora, usque ad 4 mm. longa et 0,3 mm. lata, linearia, canaliculata, marginibus e basi hyalina ad apicem crenulato-denticulatis, nervo valido, viridi, basi 0,57—0,67 mm. crasso, longiuscule subclavate excurrente, sæpissime summo pilis corpusculis puccineoideis constatis

coronato, inferne lævi, superne mediocriter, extremum densissime papilloso, limbo angustissimo, intramarginali, inferne 0,03—0,04 mm. lato, e basi fere ad apicem producto; *cellulæ* basales hyalinæ, magnæ, inanæ, breviter rectangulæ, fere 1/2 longitudinis occupantes, lami-

a *b*

nales parvæ, plerumque rectangulæ vel quadratæ, 0,006—0,008 mm. magnæ, haud vel minutissime papillosæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum et in truncis putridis, ubi ad Bibundi emporium m. Junio et Septembri a. 1891 legi.

Probably nearly allied to *C. intra-limbatum* C. MÜLLER, but differing in the rectangular or quadratic cells of its lamina.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, folia superiora.

Pl. 00, fig. 20, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) leucocoleos C. MÜLLER n. sp. in litt.

Dioicum, dense cæspitosum, cæspitibus sat expansis, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* usque ad 2,5 cm. altus inferne valde ramosus, ob vaginas albicantes albescens, inferne radiculosus; *folia* plus minusve incurvata, valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque stricte patentia, lineari-lanceolata, breviter acuminata, subcanaliculata vel superiora saltem angustiora, canaliculata vel subconvoluta, usque ad 4,8 mm. longa et 0,63 mm. lata, marginibus planis superne medioque minutissime serrulatis, ceterum integris, limbata, limbo intramarginali, angustissimo, infra apicem evanescente, nervo basi 0,09 mm. crasso, cum apice evanido, interdum subclavate excurrente, sphæris ex corpusculis pucciniodeis constatis coronato, medio et superne, præsertim apicem versus dense papilloso; *cellulæ* basales hyalinæ, pallide cerinæ, 12—15-seriatæ, magnæ, rectangulæ, circiter 2/5

longitudinis occupantes, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissime papillosæ, diversiformes, plerumque rotundate subquadratæ, 0,005—0,008 mm. magnæ; *bracteæ perichætii* erectæ, vaginantes, cellulis sat elongatis, angustis, pellucidis, superioribus tantum minutissimis, chlorophyllosis, obscuris, superne limbatæ, limbo intramarginali, apicem versus desinente; *vaginula* cylindrica, 1,5 mm. alta; *seta* erecta, stricta, pallide brunnea, 3—4 mm.

a

alta, medio 0,1 mm. crassa, lævissima; *calyptra* juvenalis pallide sordido-viridis, plicata, superne aculeate papillosa; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis *Raphiæ viniferæ*, ubi ad Victoriam emporium die 27 m. Julii a. 1891 c. fr. immaturis legi.

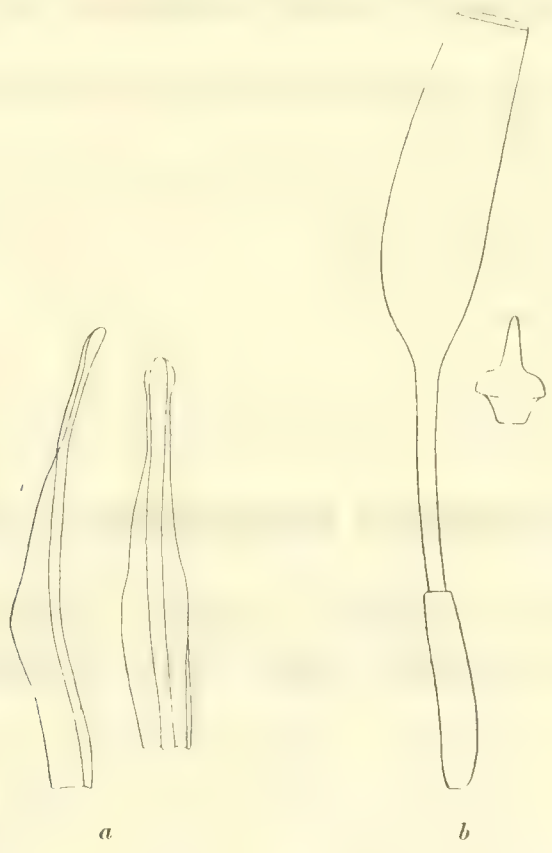
Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 9, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) brachypelma C. Müller n. sp. in litt.

Densiuscule cæspitosum, cæspitibus expansis, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* siccitate arcuatus, humiditate strictiusculus, usque ad 1,8 cm. longus, inferne radiculosus et defoliatus, ceterum dense foliosus, fertilitate simplex, sterilitate simplex vel plus minusve ramosus, fastigiatus; *folia* sicca incurvata, humida e basi erecta vaginanteque patentia, usque ad 3,2 mm. longa et 0,36—0,45 mm. lata, inferiora breviora, late lanceolata, subcanaliculata, marginibus planis, integris, elimbata, nervo basi 0,024 mm. crasso, superne attenuato, cum apice desinente, superiora longiora, angustiora, inferne medioque canaliculata, apicem versus utroque latere reflexa, itaque sat subito attenuata, summo paullum

dilatata, rotundata, nervo viridi, validiore, basi 0,03 mm. crasso, superne haud attenuato, medio et superne dorso dense papilloso, ventrali sæpissime corpusculis puccineoideis coronato; *cellulæ* basales hyalinæ, pallidissime cerinæ, magnæ, rectangulæ, circiter 1/3 longitudinis folii occupantes, circiter 11-seriatæ, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, 0,008 mm. magnæ, rotundatæ, superiores saltem prominentes; *bracteæ perichætii* erectæ, paullum breviores, longe vaginantes, nervo percursæ, cellulis liquidis, angustis, sat elongatis, apicalibus tantum parvis, chlorophyllosis, obscuris; *vaginula* cylindrica, 1,2 mm. alta; *seta* stricta, pallide brunnea, 1,67 mm. alta, medio 0,13 mm. crassa, lævissima; *theca* erecta, stricta, cylindrica, brevicollis, 2,4 mm. longa et 0,71 mm. crassa, pallide brunnea, lævissima; *operculum* semisphæricum, rostratum, rostro stricto, crasso, 0,44 mm. alto;



a *b*

calyptra pallide sordido-viridis, thecam perfecte includens, plicata, superne longitudinaliter fissa, lævis.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Bibundi emporium m. Junio a. 1891 c. fr. legi; etiam in Liberia, ubi m. Julio a. 1890 legi.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, capsula et operculum $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 19, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) linealifolium C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosum, cæspitibus sat expansis et humilibus, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* adscendens, usque ad 1,5 cm. longus, inferne radiculosus, densiuscule foliosus,

simplex, rarissime bifurcatus; *folia* sicca convoluta, strictiuscula vel incurvata, humida e basi erecta vaginanteque patentia, usque ad 3,2 mm. longa et 0,18 mm. lata, linearia, angustissima, obtusa, inferne medioque saltem canaliculata, marginibus planis, summo minute crenulatis, ceterum integris, elimbata, nervo valido, basi 0,076—0,09 mm. crasso, apicem versus fere laminam totam occupante, summo dilatato et cum apice desinente, dorso medio et superne densissime papilloso, inferiora mox dissoluta, apicem versus latiora, acuminata, nervo superne tenuiore, summo haud dilatato; *cellulæ* basales hyalinæ, liquidæ, circiter 7-seriatæ, magnæ, breviter rectangulæ, circiter 1/3 longitudinis folii occupantes, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, 0,005—0,008 mm. magnæ, plerumque rotundate rectangulæ vel quadratæ; cetera ignota.

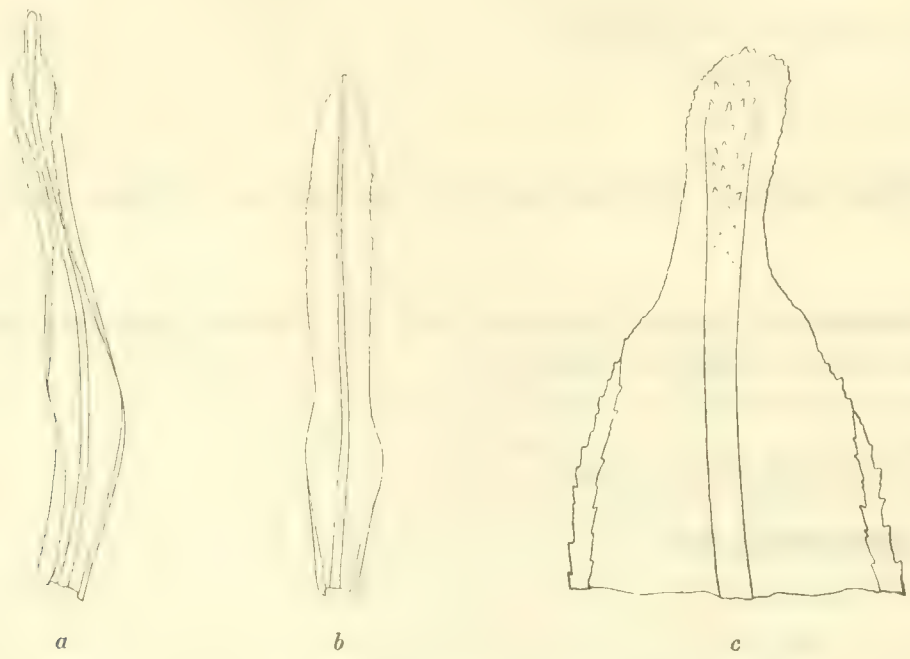
Habitat in Camerunia in rupibus litoreis, ubi prope Isongo pagum m. Februario a. 1892 legi.

Fig. *a*, folium $\frac{18}{1}$; *b*, pars apicalis folii $\frac{45}{1}$.

Pl. 00, fig. 13, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) secundulum C. Müller n. sp. in litt.

Densiuscule cæspitosum, cæspitibus expansis, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* adscendens, usque ad 2 cm. longus, basim versus dichotome vel fasciculatim ramosus,



fastigiatus, inferne radiculosus et defoliatus, ceterum densiuscule foliosus; *folia* sicca incurvata, valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patentia, usque ad 4 mm. longa et 0,36—0,45 mm. lata, inferiora lineari-lanceolata, subacuta, supra basim paullum

dilatata, plus minusve canaliculate concava, limbata, limbo inferne 0,025—0,030 mm. lato, intramarginali, in marginem circiter e medio folio fere ad apicem incrassatam, aculeate serrulatam, serrulis 2-seriatis, producto, marginibus inferne serrulatis vel subintegris, summo serrulatis, nervo viridi, basi 0,06 mm. crasso, in acumen producto vel infra summum apicem evanido, dorso lævi vel medio et superne papilloso, ventrali superne subpapilloso, dorso et ventrali aculeis brevissimis coronato, superiora interdum proboscideo elongata, canaliculata, superne sæpissime subconvoluta, summo erosula, nervo extremum paullum dilatato, ceterum foliis inferioribus similia; *cellulæ* basales hyalinæ, pallidissime cerinæ vel liquidæ, subquadratæ, 10—12-seriatæ, circiter $^1/_3$ longitudinis folii occupantes, ceteræ valde chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, 0,005 mm. magnæ, rotundæ vel rotundate quadratæ, ventrali prominentes; cetera ignota.

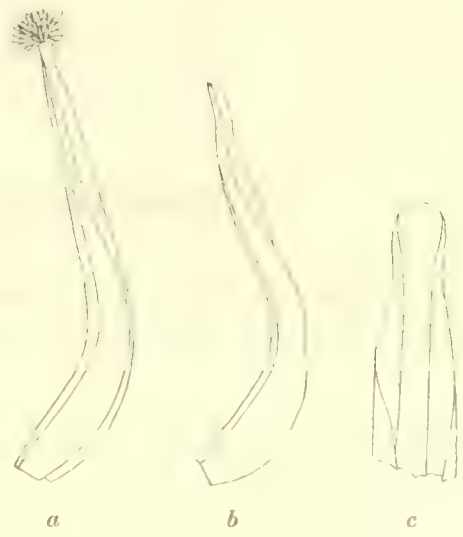
Habitat in Camerunia in rupibus litoreis, ubi prope Isongo pagum m. Februario a. 1892 legi.

Fig. *a*, folium superius $\frac{18}{1}$; *b*, folium inferius $\frac{18}{1}$; *c*, pars apicalis folii superioris $\frac{87}{1}$.

Pl. 00, fig. 7, planta magn. nat.

Calymperes campylopodioides C. Müller n. sp. in litt.

Dense cæspitosum, cæspitibus humilibus, fusco-viridibus, haud nitidis, expansis; *caulis* strictus vel leviter arcuatus, erectus vel suberectus, usque ad 1,8 cm. altus, inferne radiculosus, per totam longitudinem densiuscule foliosus vel ætate inferne defoliatus; *folia* usque ad 3,3 mm. longa et 0,32 mm. lata, sicca incurvata, valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patentia vel patula, stricta vel plerumque leviter arcuata, linearia, apicem versus attenuata, rotundate obtusa, canaliculata vel interdum subconvoluta, marginibus planis, integris, summo tantum erosulis, elimbata, nervo valido, viridi, basi 0,07 mm. crasso, basi excepta ubique minutissime dense papilloso, vix excedente, extremum dilatato et ventrali corpusculis puccinoideis coronato; *cellulæ* basales hyalinæ, magnæ, liquidæ, rectangulæ, circiter 9-seriatæ, $^1/_3$ folii longitudinis occupantes, ceteræ valde chlorophyllosæ, obscuræ, parvæ, rotundæ vel plerumque rotundate quadratæ, circiter 0,0054 mm. magnæ; cetera ignota.



Habitat in Camerunia in rupibus litoreis, ubi ad Bibundi emporium m. Septembri a. 1891 legi.

Fig. *a*, folium superius $\frac{18}{1}$; *b*, folium inferius $\frac{18}{1}$; *c*, pars apicalis folii superioris $\frac{45}{1}$.

Pl. 00, fig. 14, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) asteristylum C. Müller n. sp. in litt.

Laxe cæspitosum, cæspitibus humillimis, parvis, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* erectus, strictus, brevissimus, usque ad 5 mm. altus, inferne radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* siccitate erecto-patentia vel patentia, incurvata et valde convoluta, humiditate e basi erecta vaginanteque patula, elongate lanceolata, canaliculata vel interdum subconvoluta, stricta, marginibus planis, crenulatis vel crenulato-dentatis, nervo valido, viridi, basi 0,057—0,067 mm. crasso, longe subclavate excedente, superne remote, summo densissime et minutissime papilloso, sæpissime sphæris corpusculorum puccineoideorum efformatis coronato, limbo angustissimo, basi 0,03—0,04 mm. lato, intramarginali, e basi vix ad medium folium producto; *cellulæ* basales hyalinæ, rectangulæ, circiter $^{5}/_{13}$ folii longitudinis (parte excedente nervi excepta) occupantes, 7—11-seriatæ, superiores chlorophyllosæ, virides, parvæ, plerumque rotundate rectangulæ vel subquadratæ, 0,0054—0,0067 mm. magnæ, superne saltem minutissime papillosæ; cetera ignota.

a

Habitat in Camerunia in ramis arborum, ubi prope Ekumba-Liongo pagum m. Junio a. 1892 legi.

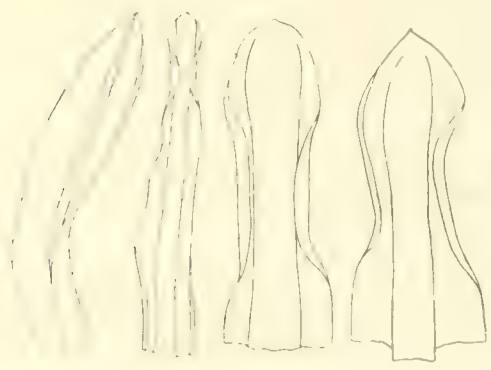
A rather small species, which occurs on the savannahs, and seems to belong to the steppvegetation.

Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 12, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) tenellum C. Müller n. sp. in litt.

Densiuscule cæspitosum, cæspitibus humilibus, sat expansis, fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* strictus vel arcuatus, usque ad 1,2 cm. longus, inferne radiculosus et ætate defoliatus, ceterum densiuscule foliosus, simplex vel interdum bifurcatus; *folia* sicca appressa, incurvata, convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patentia, inferiora lanceolata, subcanaliculata, marginibus planis, integris, nervo valido, lævi percursa, superiora majora, usque ad 3,1 mm. longa et 0,27—0,30 mm. lata, linearia, acuminata vel subobtusa, canaliculata, apicem versus sæpissime convoluta, marginibus planis, superne subcrenulatis, ceterum integris, nervo valido, basi 0,09 mm. crasso, superne dorso dense subpapilloso, usque in acumen producto, extremum dilatato et ventrali, sæpe corpusculis puccineoideis ornato; *cellulæ* basales hyalinæ, liquidæ, magnæ, circiter 12-seriatæ, rectangulæ, circiter $^{1}/_{3}$ longitudinis folii occupantes, ceteræ chlorophyllosæ,



a *b* *c* *d*

minutissimæ, 0,006—0,008 mm. magnæ, plerumque rotundate subquadratæ, supra partem hyalinam folii nonnullæ intramarginales sat elongatæ, rectangulæ, superiores prominentes; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi prope Jonje pagum m. Novembri a. 1891 legi

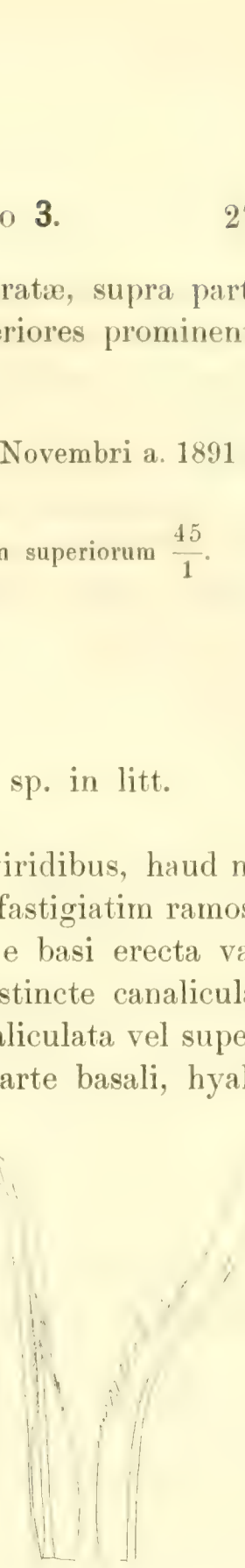
Fig. *a*, folium inferius $\frac{18}{1}$; *b*, folium superius $\frac{18}{1}$; *c* et *d* partes apicales foliorum superiorum $\frac{45}{1}$.

Pl. 00, fig. 11, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) tenellifolium C. Müller n. sp. in litt.

Densissime cæspitosum, cæspitibus humilibus, expansis, sordido-viridibus, haud nitidis, tomento radiculari implexis; *caulis* strictus, usque ad 1 cm. altus, fastigiatim ramosus, densiuscule foliosus; *folia* sicca incurvata et valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patentia, linearia, angustissima, inferiora minora, minus distincte canaliculata, superiora majora, usque ad 1,8 mm. longa et 0,14—0,18 mm. lata, canaliculata vel superne saltem convoluta, breviter acuminata, elimbata, marginibus planis, e parte basali, hyalina usque ad medium folium vel paullum altius ciliatis, ciliis longis, hyalinis, nervo valido, basi 0,05 mm. crasso, folium totum percurrente, dorso superne præsertim valde papilloso; *cellulæ* basales hyalinæ, liquidæ, magnæ, rectangulæ, 4—6-seriatæ, $^2/_5$ longitudinis folii occupantes, ceteræ valde chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, 0,005—0,008 mm. magnæ, plerumque rotundate quadratæ vel rectangulæ, dorso marginales præcipue papillosæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi prope Jonje pagum m. Decembri a. 1891 legi.



a

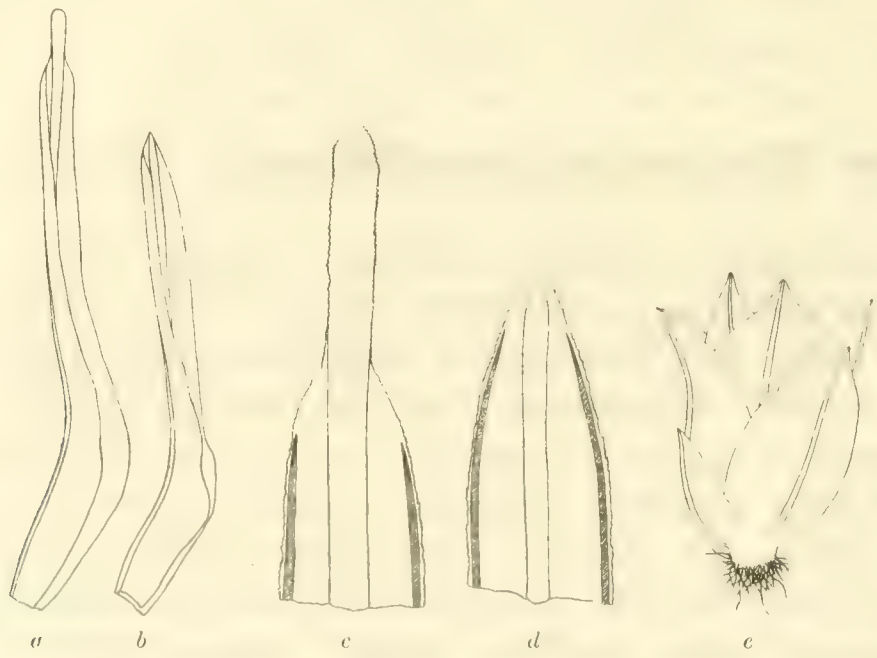
Fig. *a*, folia $\frac{32}{1}$.

Pl. 00, fig. 10, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) asterigerum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, dense cæspitosum, cæspitibus expansis, sordide flavo-viridibus, inferne fuscis, haud nitidis; *caulis* siccitate paullum curvatus, humiditate strictus, erectus, usque ad 2,5 cm. altus, simplex vel plerumque inferne dichotomus, superne fasciculatim ramulosus, dense foliosus, basi radiculosus; *folia* usque ad 4,7 mm. longa et circiter 0,3 mm. lata, siccitate appressa, stricta vel leviter curvata, rarissime incurva, rigida, valde convo-

luta, humiditate raptim e basi erecta vaginanteque patula, stricta, linearia, acuminata, canaliculata, marginibus rectis, inferne tantum integris, ceterum ubique minutissime et inæqualiter serrulatis, e parte hyalina ad apicem usque limbata, limbo angustissimo, inferne intramarginali et 0,021 mm. lato, superne incrassato, fere marginali, nervo valido, basi 0,063 mm. crasso, infra summum apicem evanido vel cum apice desinente vel plerumque longiuscule excedente, sphæris corpusculorum puccineoideorum constatis coronato, e medio folio ad apicem, præsertim superne dense papilloso; *cellulæ* basales hyalinæ, pallidissime cerinæ, magnæ, rectangulæ, circiter 14-seriatæ, fere $^1/_3$ longitudinis folii occupantes, ceteræ



a *b* *c* *d* *e*

chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, omnino 0,008 mm. magnæ, plerumque rotundate rectangulæ vel subquadratæ; cetera ignota.

Habitat in Liberia in muris, ubi ad Monroviam urbem m. Julio a. 1890 legi.

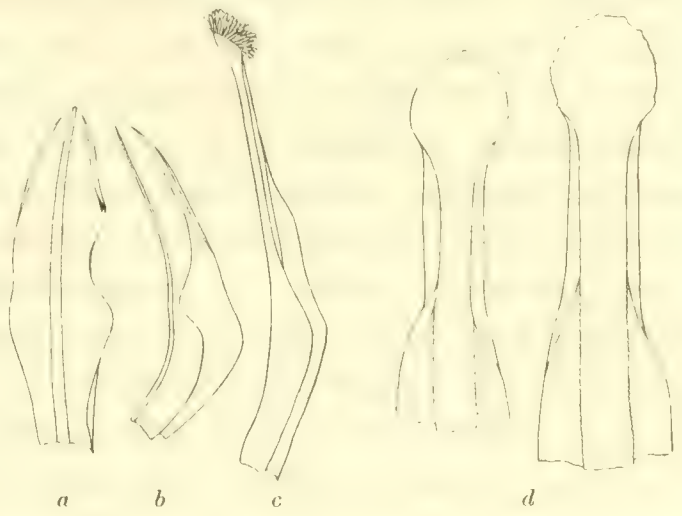
Fig. *a*, folium superius $\frac{18}{1}$; *b*, folium inferius $\frac{18}{1}$; *c*, pars apicalis folii superioris $\frac{45}{1}$; *d*, pars apicalis folii inferioris $\frac{45}{1}$; *e*, flos masculus $\frac{32}{1}$.

Pl. 00, fig. 8, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) proligerum n. sp.

Dense cæspitosum, cæspitibus sordide flavescenti-viridibus, inferne fuscis, haud nitidis; *caulis* inferne plerumque simplex, superne fasciculatim ramulosus, usque ad 1,6 cm. altus, dense foliosus, basi radiculosus, siccitate plus minusve arcuatus, humiditate strictus; *folia* sicca suberecta, rigida, convoluta, suprema haud vel vix curvata, cetera plus minusve incurvata, humida e basi erecta vaginanteque raptim leviter arcuate patula, late lanceolata, vel breviora et latiora, canaliculata, marginibus rectis, interdum superne subinflexis,

inferne tantum erosulis vel minutissime serrulatis, ceterum integris, medio vestigiis limbi intramarginalis prædita, nervo fusco-viridi, basi 0,07—0,09 mm. crasso, attenuato, lævi percursa, cellulis basalibus hyalinis, pallidissime flavo-viridibus, magnis, breviter rectangulis, 12—14-seriatis, circiter $^1/_3$ longitudinis folii occupantibus, ceteris chlorophyllosis, obscuris, minutissimis, 0,005—0,008 mm. magnæ, omnino rotundis vel rotundate subquadratis vel præsertim superiora longiora et superne multo angustiora, usque ad 3 mm. longa, apicem versus utroque latere inflexa vel reflexa, extremum rotundate dilatata, medio plus minusve distincte intramarginaliter limbata, marginibus summo erosulis vel integris, ceterum integris vel basim versus subintegris, nervo haud attenuato, in parte suprema dilatata folii lutescente evanido et ibidem corpusculis pucciniodeis ventrali coronato; cetera ignota.



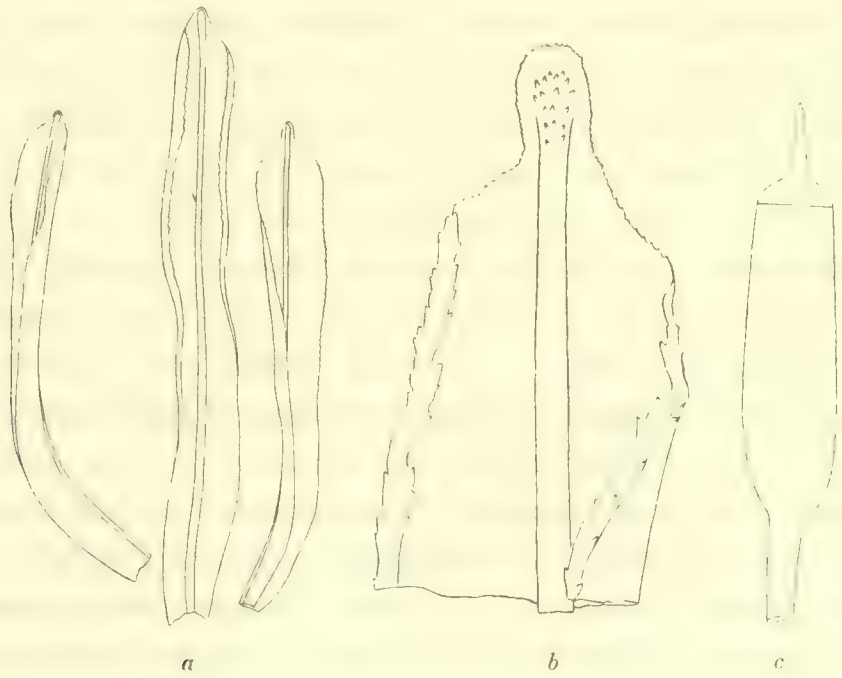
Habitat in Liberia in muris, ubi ad Monroviam urbem m. Julio a. 1890 legi.

Fig. *a* et *b*, folia inferiora $\frac{18}{1}$; *c*, folium superius $\frac{18}{1}$; *d*, partes apicales foliorum superiorum $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 15, planta magn. nat.

Calympere's (Hyophilina) rotundatum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, densiuscule cæspitosum, cæspitibus sat humilibus, flavo-viridibus, inferne fuscis, haud nitidis; *caulis* infima basi vel altius valde radiculosus, inferne simplex, superne



pauci-ramosus, usque ad 2 cm. longus; *folia* sicca incurva, valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque stricte patula, usque ad 5,4 mm. longa et 0,4—0,5 mm. lata, linearia, rotundata, sæpe breviter proboscideo-elongata, canaliculata, superne interdum subconvoluta, inferne limbata, limbo flavo, 0,013 mm. lato, mox in marginem incrassatam, aculeato-serratam evanescente, marginibus inferne, prope apicem et extremum haud incrassatis, minutissime serrulatis vel erosulis, nervo valido, basi 0,04 mm. crasso, infra summum apicem evanido, aculeis brevissimis coronatis et interdum ventrali corpusculis puccineoideis prædito; *cellulæ* basales hyalinæ, pallidissime cerinæ, breviter rectangulæ vel subquadratæ, 9—11-seriatæ, circiter $^1/_3$ longitudinis folii occupantes, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, plerumque 0,005 mm. diam., diversiformes, omnino rotundate rectangulæ vel subquadratæ; *vaginula* cylindrica, 1,3 mm. alta; *seta* erecta, stricta, purpurea, usque ad 5 mm. longa, medio 0,15 mm. crassa, lævissima; *theca* cylindrica, 2,2 mm. longa, 0,45—0,50 mm. crassa, brunnea, lævissima; *operculum* subhemisphæricum, 0,86 mm. altum, longe stricteque rostratum; *calyptra* plicata, thecam totam includens, superne longitudinaliter fissa, summo subscabra, pallida.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Septembri a. 1891 c. fr. legi.

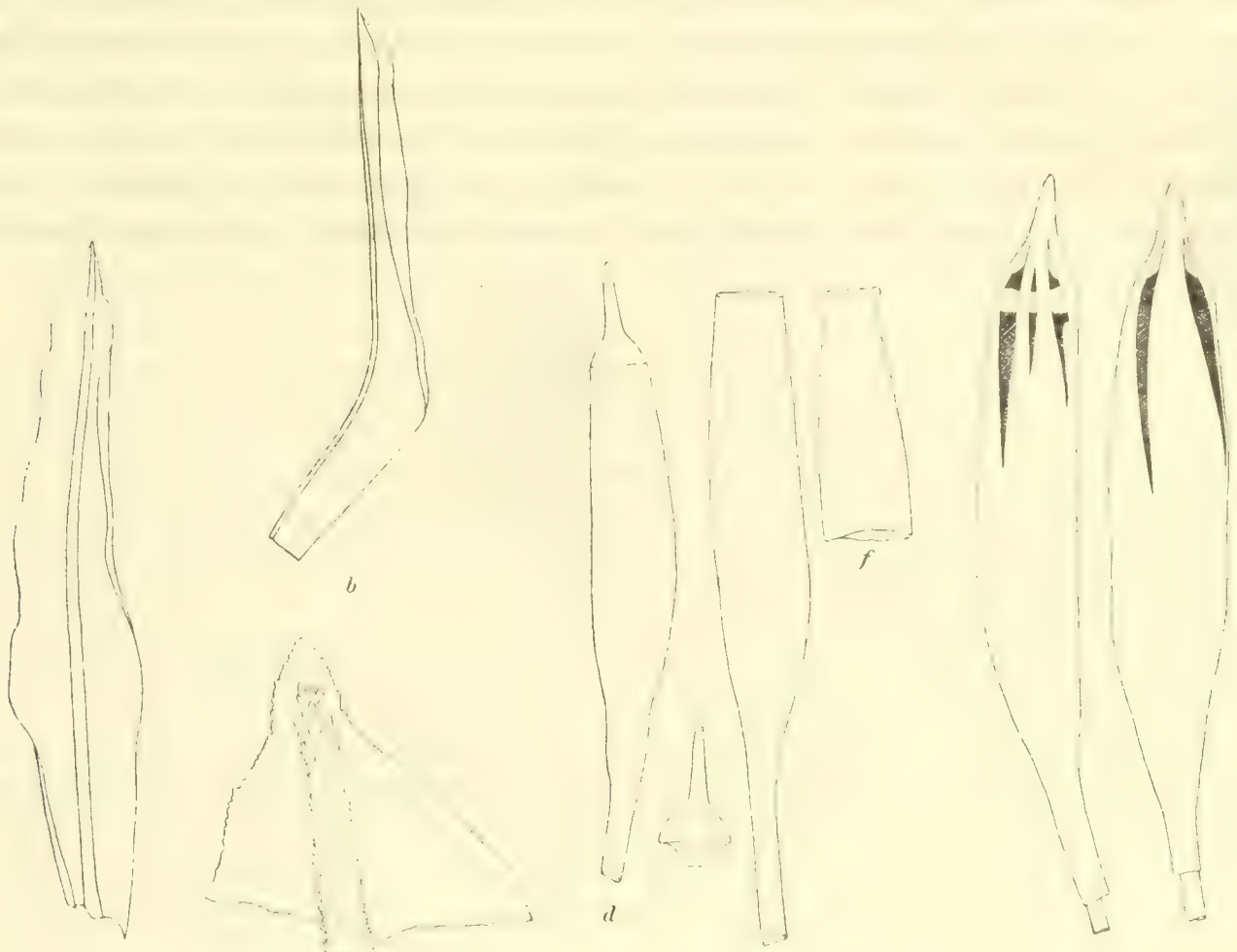
Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *c*, capsula operculata $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 18, planta magn. nat.

Calymperes (Hyophilina) megamitrium C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum (?), densiuscule cæspitosum, cæspitibus valde expansis, sordide lutescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* siccitate strictiusculus, humiditate strictus, tum brevior et inferne fasciculatim ramosus, tum longior, inferne simplex vel pauci-ramosus, superne fasciculatim ramulosus, robustus, usque ad 4,5 cm. longus, basi radiculosus, inferne ætate defoliatus, ceterum dense foliosus; *folia* sicca incurvata vel subcochleata, valde convoluta, humida e basi erecta vaginanteque stricte patentia, lanceolata, acuminata, canaliculata, limbata, limbo inferne 0,03 mm. lato intramarginali, superne marginali, incrassato, infra summum apicem evanescente, marginibus inferne tantum integris, ceterum minutissime et inæqualiter serrulatis, nervo valido, viridi, basi 0,04—0,08 mm. crasso, infra summum apicem evanido vel in apice excurrente, ventrali medio et superne in dorso papilloso, extremum minute aculeato; *cellulæ* basales hyalinæ, pallidissime cerinæ, rectangulæ, 11—14-seriatæ, fere $^1/_3$ folii longitudinis occupantes, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, plerumque 0,005 mm. magnæ, diversiformes, omnino breviter rectangulæ vel quadratæ; *bracteæ perichætii* foliis ceteris similia; *vaginula* cylindrica, 1,8 mm. alta; *setæ* singulæ vel interdum binæ, erectæ, 2—3 mm. longæ, rubescentes, lævissimæ; *theca* cylindrica, usque ad 2,7 mm. longa et 0,5—0,6 mm. crassa, avellanea, lævissima, siccitate

sub ore paullum constricta; *operculum* humiditate hemisphæricum, 0,9 mm. altum, longe stricteque rostratum; *calyptra* thecam totam includens, pallide avellanea, plicata, superne longitudinaliter fissa, summo minutissime scabra.



Habitat in Camerunia in truncis *Raphiæ viniferæ*, ubi inter Victoriam emporium et Botam pagum die 2 m. Februarii a. 1892 c. fr. legi.

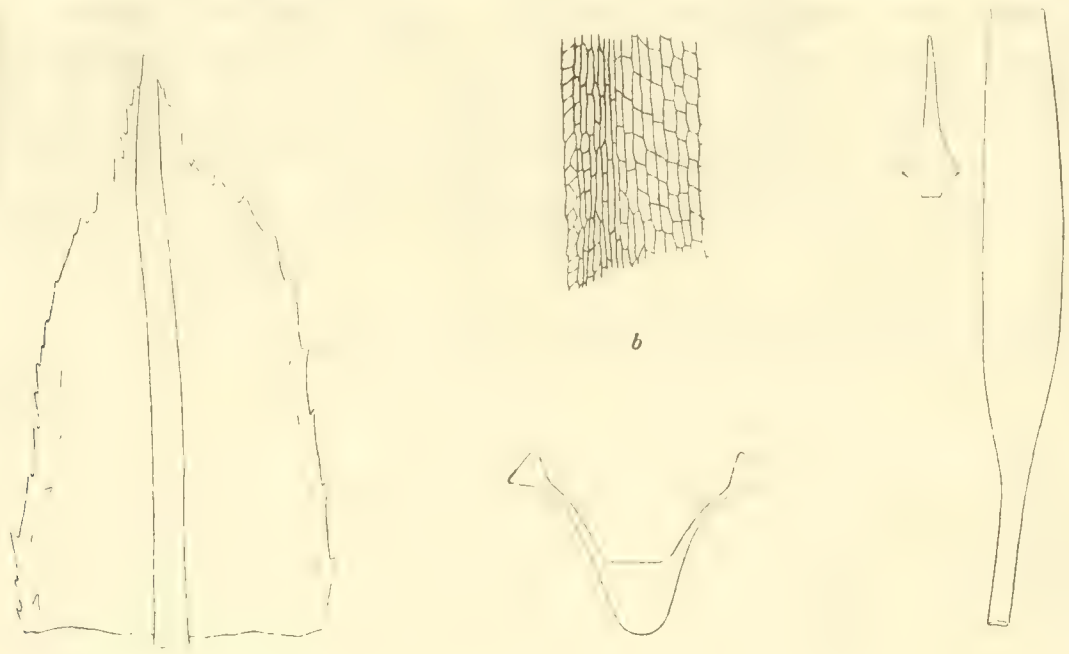
Fig. *a* et *b*, folia $\frac{18}{1}$; *c*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *d*, capsula operculata $\frac{18}{1}$; *e*, capsula et operculum humiditate $\frac{18}{1}$; *f*, pars superior capsulæ siccitate $\frac{18}{1}$; *g*, capsula calyptrata siccitate $\frac{18}{1}$; *h*, capsula calyptrata humiditate $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 16, planta magn. nat.

Calymperes (Eucalymperes) microblastum C. Müller n. sp. in litt.

Dioicum, laxe cæspitosum, cæspitibus valde expansis, lutescente viridibus vel viridissimis, haud nitidis; *caulis* 1—2 cm. longus, et siccitate et humiditate arcuatus, pauciramosus, dense foliosus, inferne radiculosus; *folia* sicca valde tortuosa, haud convoluta, humida e basi erecta vaginanteque plus minusve arcuate patentia vel patula, usque ad

18 mm. longa et 0,36 mm. lata, linearia, breviter acuminata, carinata, elimbata, marginibus basi integris, e parte hyalina folii fere ad apicem triangulariter incrassatis, remote aculeato-serrulatis, serrulis binis, extremum serrulatis, nervo valido, viridi, basi 0,14—0,16 mm. crasso, cum apice evanido, lævi; *cellulæ* basales hyalinæ, magnæ, rectangulæ, circiter 10—12-seriatæ, circiter $^1/_{10}$ longitudinis folii occupantes, ceteræ valde chlorophyllosæ, minutissimæ, 0,005—0,008 mm. magnæ, diversiformes, omnino rotundate subrectangulæ; *bracteæ perichætii* foliis ceteris similes; *vaginula* cylindrica, 1,3 mm. alta, 0,4 mm. crassa; *seta* erecta, stricta, 7—8 mm. alta, medio 0,3 mm. crassa, purpurea, lævissima; *theca* erecta, stricta, cylindrica, 3,0 mm. longa et 0,5 mm. crassa, lævissima; *operculum* hemisphæricum,



0,9 mm. altum, longe stricteque rostratum; *calyptra* pallida, plicata, superne longitudinaliter fissa, summo serrulate scabra.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Septembri a. 1891 c. fr. et m. Martio a. 1892, ad Ndian emporium m. Martio a. 1892 legi.

Very common near the deltas and lower parts of the rivers. Usually forming very large tufts, sometimes growing amongst other mosses. Fruit rather rare.

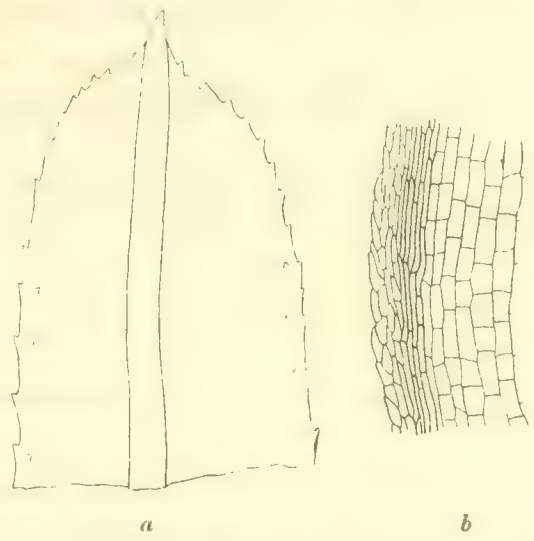
Fig. *a*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *b*, cellulæ basales $\frac{87}{1}$; *c*, sectio folii $\frac{87}{1}$; *d*, capsula et operculum $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 23, planta magn. nat.

Calymperes (Eucalymperes) rupestre C. Müller n. sp. in litt.

Laxe et expanse cæspitosum, cæspitibus lutescenti viridibus, haud nitidis; *caulis* leviter arcuatus, usque ad 2 cm. longus, simplex vel pauci-ramosus, basi radiculosus; *folia*

sicca valde tortuosa, haud convoluta, humida stricta vel leviter arcuata, erecta vel erecto-patentia, rigida, usque ad 20 mm. longa et 0,45 mm. lata, carinata, linearia, breviter acuminata, elimbata, marginibus basi integris vel interdum erosulis, e parte superiore basis hyalinæ fere usque ad apicem triangulariter incrassatis, remote aculeato-serrulatis, serrulis binis, extremum haud incrassatis, minutissime serrulatis, nervo valido, basi 0,16—0,22 mm. crasso, cum apice desinente, lævi; *cellulæ* basales medianæ pallide cerinæ, rectangulæ, 10—13-seriatæ, $^1/_7$—$^1/_9$ longitudinis folii occupantes, intramarginales 6—7-seriatæ, elongatæ, hyalinæ, marginales 1—2-seriatæ, hyalinæ, haud elongatæ, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, 0,008—0,010 mm. magnæ, diversiformes, omnino rotundatæ vel subovales, parietibus incrassatis; *paraphyses* numerosi, filiformes, hyalini, ad basim foliorum omnium fere dispositi; neque archegonia, neque antheridia vidi; cetera ignota.



Habitat in Camerunia in rupibus fluviaticis, ubi prope Bomanam pagum 670 metra supra mare m. Decembri a. 1890 legi.

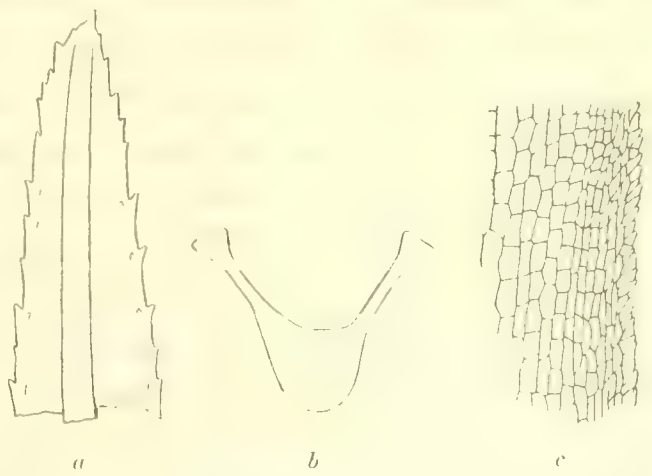
Closely allied to the last species, but more robust and with more erect leaves; grows on rocks, *C. microblastum*, on the contrary, on trees.

Fig. *a*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *b*, cellulæ basales $\frac{87}{1}$.

Pl. 00, fig. 24, planta magn. nat.

Calymperes (Eucalymperes) saxatile C. Müller n. sp. in litt.

Sat dense cæspitosus, cæspitibus expansis, sordide viridibus, haud nitidis; *caulis* strictus, brevis, usque ad 1 cm. altus, pauci-ramosus, densifolius, inferne radiculosus; *folia* sicca tortuosa, haud convoluta, humida e basi erecta vaginanteque stricte patentia, usque ad 12 mm. longa et 0,36—0,40 mm. lata, elongate lanceolata, carinata, marginibus inferne ob cellulas prominentes minutissime serrulatis vel erosulis, e parte superiore basis hyalinæ fere ad apicem usque triangulariter incrassatis, aculeato-serrulatis, serrulis binis, prope apicem et summo haud incrassatis et serrulatis, nervo valido, basi 0,12—0,15 mm. crasso, in apice excedente, lævi; *cellulæ* basales hyalinæ medianæ magnæ, breviter rectangulæ vel subquadratæ, 9—10-seriatæ, circiter $^1/_5$ longitudinis folii occupantes, intramarginales



6-seriatæ, vix elongatæ, marginales 1—2-seriatæ, breviores, subovales, paullum prominentes, ceteræ chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, omnino 0,005 mm. magnæ, plerumque rotundatæ vel subovales, axe majore transverso, parietibus subincrassatis; cetera ignota.

Habitat in Liberia in saxis, ubi prope Monroviam urbem m. Julio a. 1890 legi.

Approaches very near to *C. rupestre*, but is smaller, with shorter, more patent and lanceolate leaves.

Fig. *a*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *b*, sectio folii $\frac{87}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{87}{1}$.

Pl. 00, fig. 25 et 26, planta magn. nat.

Of the species of the genus *Calymperes* now described, *C. rupestre* is the only one, which ascends to some height above the level of the sea. All other species, excepting *C. asteristylum*, are found only in the immediate vicinity of the coast.

As is well known, propagation by means of gemmæ is very common in this genus. They are produced either around the end of the excurrent nerve or at the points of the leaves on the ventral side of the expanded and concave nerve. Both those ways of producing gemmæ never occur in the same species and, therefore, they are of diagnostic value.

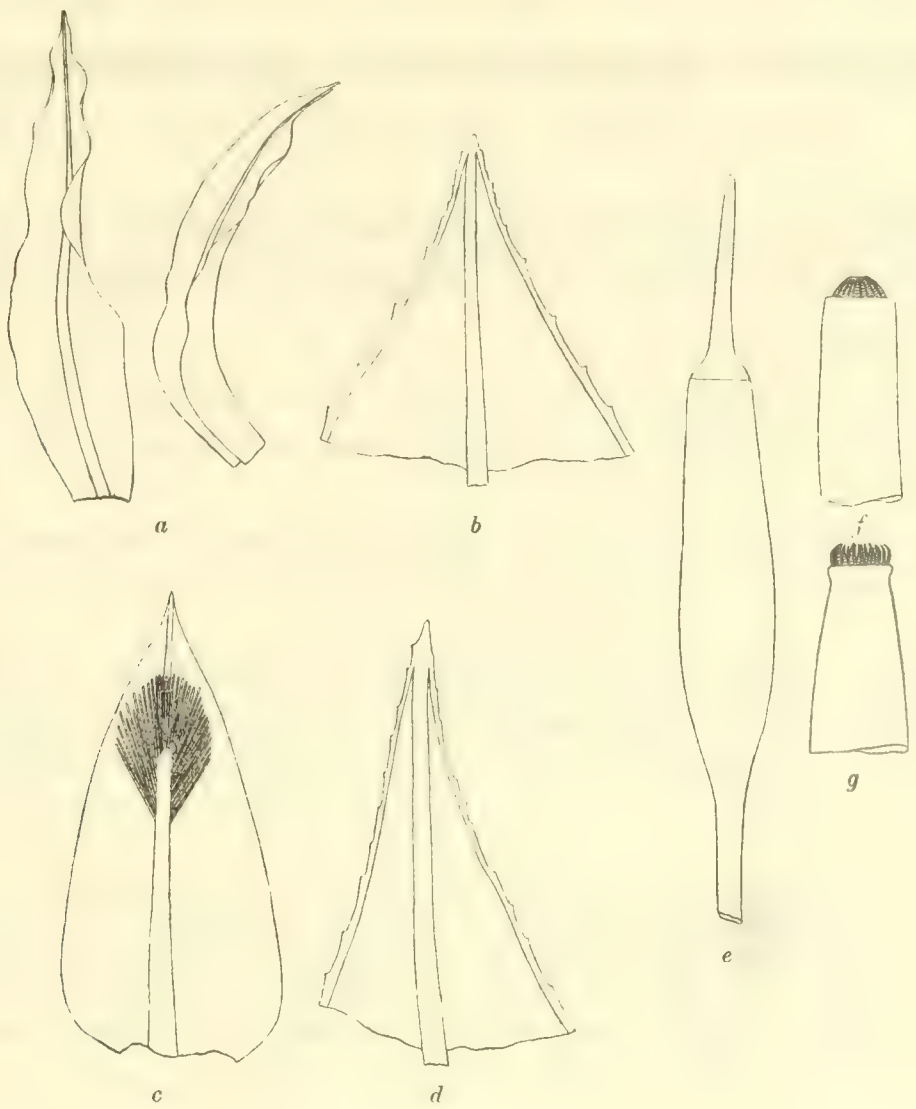
As described by me in another paper,[1]) the rostrum of the operculum is jammed in to the point of the calyptra. The fruit being ripe, the operculum is lifted off, and thus the sporæ are liberated. By moist or rainy weather the capsule and the operculum swell and the mouth of the capsule is closed. The diagrams of the capsule of *Calymperes megamitrium* show the fruit in a dry and in a humid condition.

Syrrhopodon (Calymperopsis) spurio-disciformis n. sp.

Laxe pulvinate cæspitosus, cæspitibus flavescente viridibus, inferne umbrinis; *caulis* rigidus, simplex vel plerumque ramosus, plus minusve arcuatus, usque ad 2,5 cm. longus, densifolius, inferne densissime radiculosus; *folia* sicca rigida, erecta, incurvata, convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patula, usque ad 4,5 mm. longa et 0,5—0,7 mm. lata, lanceolata, acuta, canaliculata, marginibus plerumque sinuato-undulatis, limbata, limbo flavo, circumducto, in medio folio 0,012 mm. lato, remotissime, prope apicem tamen densius serrulato, nervo valido, basi 0,09 mm. crasso, lævi exarata; *cellulæ* basales hyalinæ, 12—16-seriatæ, circiter $^1/_4$ longitudinis folii occupantes, rectangulæ, laminales chlorophyllosæ, obscuræ, minutissimæ, plerumque 0,008 mm. magnæ, rotundate rectangulæ vel quadratæ, minutissime papillosæ; folia suprema ramorum sterilium latiora et breviora, dense et imbricate in rosulam crateriformem conferta, e basi subcordata in laminam oblongam, attenuatam, acutam, basi caviusculam, superne planiusculam producta, basi haud limbata, ceterum

[1]) DUSÉN, P., Über die Ausstreuung der Sporen bei den Arten der Moos-Gattung Calymperes. Botaniska Notiser. 1895.

limbo remotissime, apicem versus densius serrulato circumducto, nervo pervalido, basi 0,19—0,22 mm. lato, in apice excedente, cellulis inferioribus hyalinis, magnis, nervum secus quadratis, marginem versus elongatis, fere $^1/_2$ longitudinis folii occupantibus, basalibus aureo-brunneis, ceteris chlorophyllosis, minutis, inferioribus rotundate rectangulis, superioribus rotundis; *bracteæ perichætii* foliis ceteris similes, sed longiores; *vaginula* cylindrica, 1,0 mm. alta et 0,3 mm. crassa; *seta* strictiuscula, circiter 3,0 mm. longa et medio 0,18 mm. crassa, rufo-brunnea, sicca subcomplanata, lævissima; *theca* erecta, stricta, oblongo-cylindrica, 2,3—2,7 mm. alta et 0,6 mm. crassa, avellanea, vetusta umbrina, sicca paullum sub ore constricta et longitudinaliter subsulcata; *peristomium* simplex, dentibus 16, humidis



inflexis, subconniventibus, siccis erectis, arcuatis, 0,24 mm. os capsulæ superantibus, 0,04 mm. latis, flavis, lanceolatis, nodulosis, hic illic incrassatis; *operculum* conicum, circiter 1,0 mm. altum, longe stricteque rostratum, cetera ignota.

Habitat in Camerunia in ramis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Martio a. 1892 legi.

Closely approaching the *S. disciformis*, but more branchy; differs also in the limbate leaves of the rosula and in the peristome, the teeth of which are longer and much narrower at the base etc.

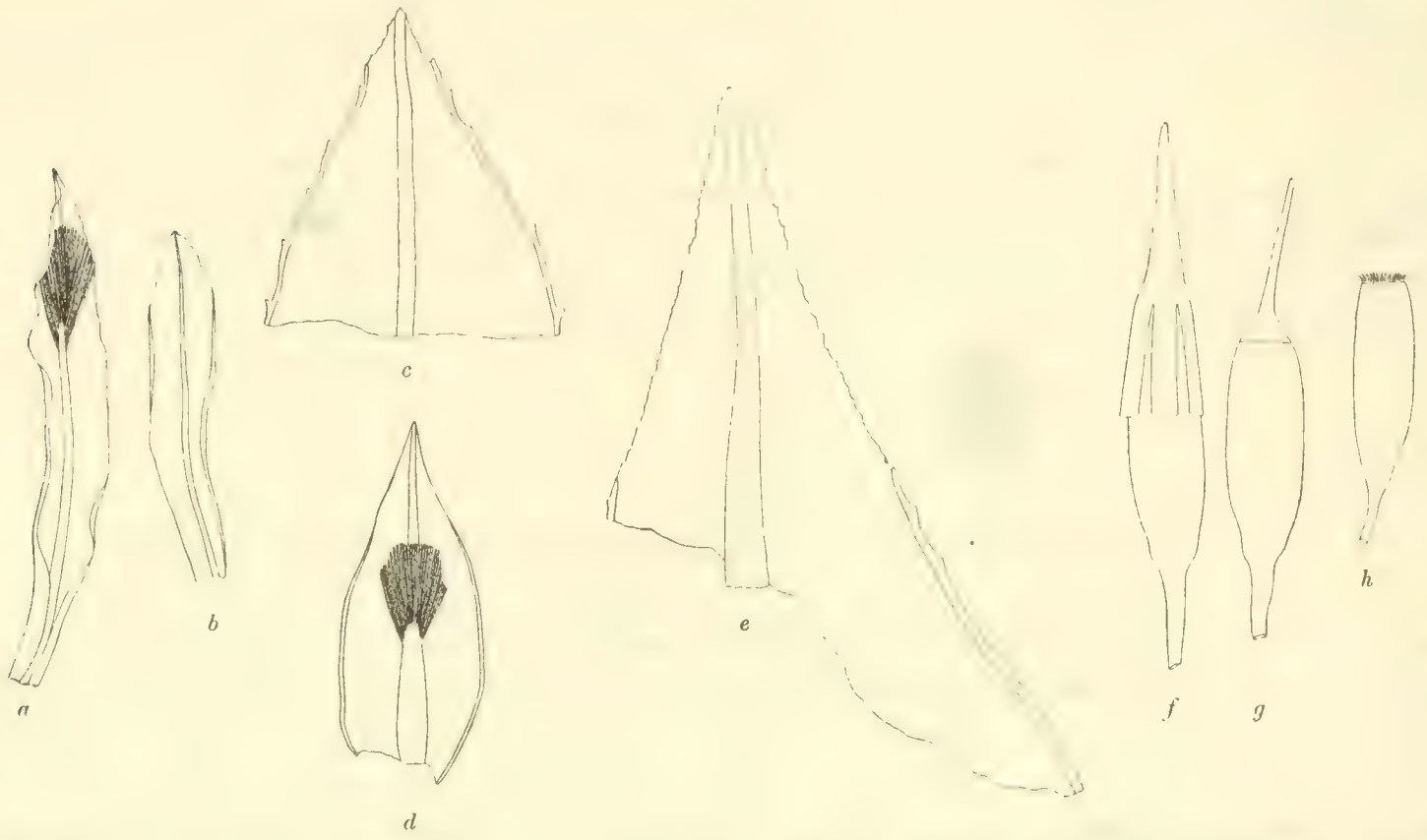
Fig. *a*, folia $\frac{18}{1}$; *b*, pars superior folii $\frac{87}{1}$; *c*, folium e rosula apicali pl. ster. $\frac{18}{1}$; *d*, pars superior folii e rosula apicali pl. ster. $\frac{87}{1}$; *e*, capsula cum operculo $\frac{18}{1}$; *f*, pars superior capsulæ humiditate $\frac{18}{1}$; *g*, pars superior capsulæ siccitate $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 1, planta magn. nat.; fig. 2, pars peristomii $\frac{200}{1}$.

Syrrhopodon (Calymperopsis) subdisciformis n. sp.

Syn. *Calymperes* (*Hyophilina*) *subdisciforme* C. Müller n. sp. in litt.

Dioicus, solitarius vel gregarius vel pulvinate cæspitosus, flavescente viridis; *caulis* sterilis plus minusve arcuatus, usque ad 1 cm. longus, densifolius, infima basi radiculosus,



simplex, foliis supremis in rosulam confertis, fertilis simplex, multo brevior, sæpissime innovatione unica, brevissima, rosula terminatus vel rarius pauci-ramulosus; *folia* plantæ fertilis sicca suberecta, incurvata, convoluta, humida e basi erecta vaginanteque patula, conformia, inferiora minora, sursum sensim majora, usque ad 5,3 mm. longa et 0,45—0,60 mm. lata, lanceolata, canaliculata, superne subconvoluta, fere e basi limbata, limbo circiter 0,01 mm. lato, infra summum apicem abrupto, inferne remote, superne densius denticulato-serrulato, nervo valido, basi 0,1 mm. crasso exarata, prope apicem corpusculis puccineoideis, dense fasciculatim ad nervum dispositis prædita; *cellulæ* basales hyalinæ,

rectangulæ, 4—6-seriatæ, fere $^1/_2$ longitudinis folii occupantes, laminales minutissimæ, 0,010—0,016 mm. magnæ, plerumque rotundæ vel rotundate quadratæ, chlorophyllosæ, obscuræ; *folia* plantæ sterilis inferiora et mediana foliis plantæ fertilis similia, suprema latiora et breviora, dense et imbricate in rosulam crateriformem conferta, e basi subcordata, caviuscula in laminam planiusculam, oblongam, e medio sensim attenuatam, acutam producta, limbata, limbo infra apicem abrupto, superne denticulato-serrulato, ceterum integro, marginibus summo erosulis, nervo pervalido, basi 0,54 mm. crasso in apice excedente, interna medio vel inferius corpusculis puccineoideis ad nervum dense fasciculatim confertis ornata, cellulis inferioribus hyalinis, rectangulis vel subhexagonis, circiter $^1/_2$ longitudinis folii occupantibus, basalibus badiis, ceteræ subhyalinis, minutis, rotundate rectangulis, apicalibus rotundate quadratis; *bracteæ perichætii* foliis ceteris similes, sed longiores, plerumque corpusculis puccineoideis prope apicem ornatæ; *vaginula* cylindrica, 0,9 mm. alta; *setæ* 1—3, strictæ, badiæ, circiter 3,6 mm. longæ et medio 0,08 mm. crassæ, lævissimæ; *theca* erecta, oblongo-cylindrica, ore subcontracta, badia, 1,5 mm. longa et 0,5 mm. crassa, collo distincto, sicca sub ore haud constricta, longitudinaliter subsulcata; *peristomium* simplex, dentibus 16, humidis horizontaliter inflexis, e capsula haud prominentibus, siccis erectis, arcuate subreflexis, 0,133 mm. orem capsulæ superantibus, 0,03 mm. latis, flavis, lanceolatis; *operculum* conicum, longe stricte subulate rostratum; *calyptra* conica, circiter ad mediam thecam producta, profunde lobata, apicem versus vix scaberula.

Habitat in Camerunia in ramulis arborum, ubi ad Ekundu Ndene emporium m. Martio a. 1892 c. fr. et supra Etome pagum circa 500 metra supra mare m. Januario a. 1892 legi.

Stands near to *S. disciformis* and *S. spurio-disciformis*, but is much smaller, differing in the leaves of the rosula being limbate only at the base and the middle, in the much shorter peristome, the teeth of which, in a humid state, are quite horizontal, not reaching out of the mouth of the capsule, in the distinct collum etc.

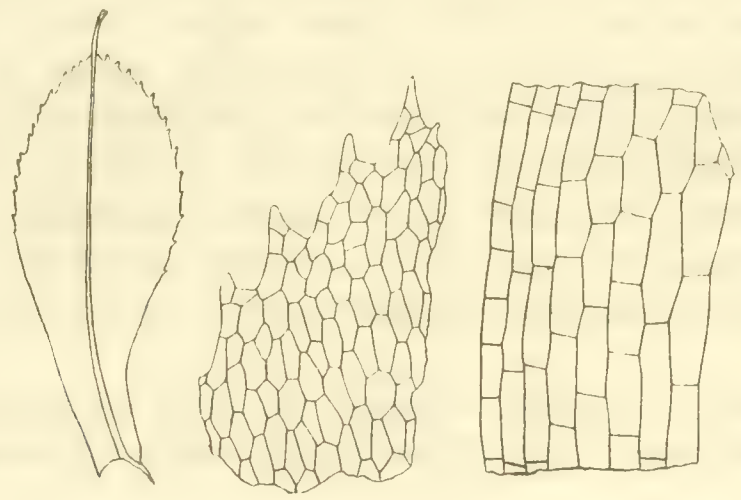
As is the case with the genus *Calymperes*, propagation by means of gemmæ is also very common with the different species of *Syrrhopodon*, or, at least, with those of its subgenus *Calymperopsis*. They are produced at or somewhat above the middle of the nerve of the leaves and much longer than the gemmæ of the species of *Calymperes*, looking almost like paraphyses.

Fig. *a*, folium superius pl. fert. $\frac{18}{1}$; *b*, folium inferius pl. fert. $\frac{18}{1}$; *c*, pars superior folii pl. fert. $\frac{87}{1}$; *d*, folium e rosula apicali $\frac{18}{1}$; *e*, pars superior folii e rosula apicali $\frac{87}{1}$; *f*, capsula calyptrata $\frac{18}{1}$; *g*, capsula operculata $\frac{18}{1}$; *h*, capsula deoperculata siccitate $\frac{18}{1}$.

Pl. 00, fig. 3, planta ster. magn. nat.; fig. 4, planta sterilis foliis supremis in rosulam confertis magn. nat.; fig. 5, planta fert. magn. nat.; fig. 6, pars peristomii $\frac{200}{1}$.

Dissodon Cameruniæ C. MÜLLER n. sp. in litt.

Laxe cæspitosus, cæspitibus parvis, fusco-viridibus; *caulis* erectus, strictus, simplex, usque ad 17 mm. altus, inferne remote, superne densius foliosus, inferne radiculis atro-purpureis tomentosus; *folia* subpellucida, e basi suberecta patentia vel patula, sicca canaliculata, humida planiuscula, oblonge ovata, raptim ob costam excedentem longe cuspidata, marginibus planis, e medio vel paullum infra usque ad apicem grosse serratis, ceterum integris, nervo basi 0,06 mm. crasso, stricto, longe excedente, cuspide subcrassiore;



a *b* *c*

cellulæ basales elongate rectangulæ, ceteræ elongate subhexagonæ, secus parietes chlorophyllosæ; cetera ignota.

Habitat in Camerunia in truncis arborum, ubi supra Beam pagum circiter 1550 metra supra mare m. Julio a. 1891 legi.

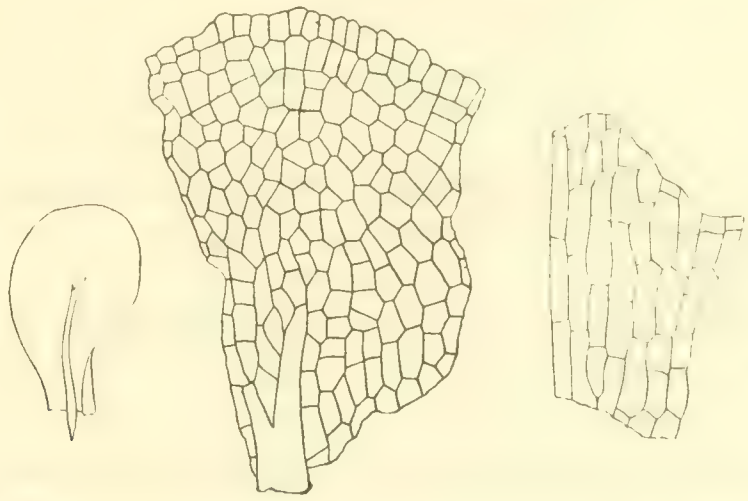
Fig. *a*, folium $\frac{18}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{142}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{142}{1}$.

Pl. 00, fig. 41, planta magn. nat.

Tayloria orbispatulata C. MÜLLER n. sp. in litt., collected on the Cameroons Mountain near Bea (950 m.) and Bomana (670 m.), agrees exactly with specimens of *Orthodon thomeanus* BROTHERUS from S. Thomé, which species also was collected by Dr PREUSS at Bea.

Splachnobryum tenerum C. Müller n. sp. in litt.

Densissime cæspitosum, cæspitibus humillimis, expansis, viridissimis; *caulis* erectus, strictiusculus, tenuis, usque ad 6 mm. altus, inferne remote, summo densius foliosus, infima basi radiculosus; *folia* subpellucida, subreflexa, patula, oblonge rotundata, obtusa, caviuscula, marginibus planis, integris vel interdum ob cellulas minutissime prominentes erosulis, nervo basi 0,025 mm. crasso, summo rare bifurcato, infra apicem evanido, planefacta usque ad 0,63 mm. longa et 0,36 mm. lata; *cellulæ* lævissimæ, parietes secus chloro-



a *b* *c*

phyllosæ, basales elongatæ, subrectangulæ, medianæ et apicales subquadratæ vel irregulariter angulatæ; cetera ignota.

Habitat in Liberia in rupibus, ubi ad Monroviam m. Julio a. 1890 legi.

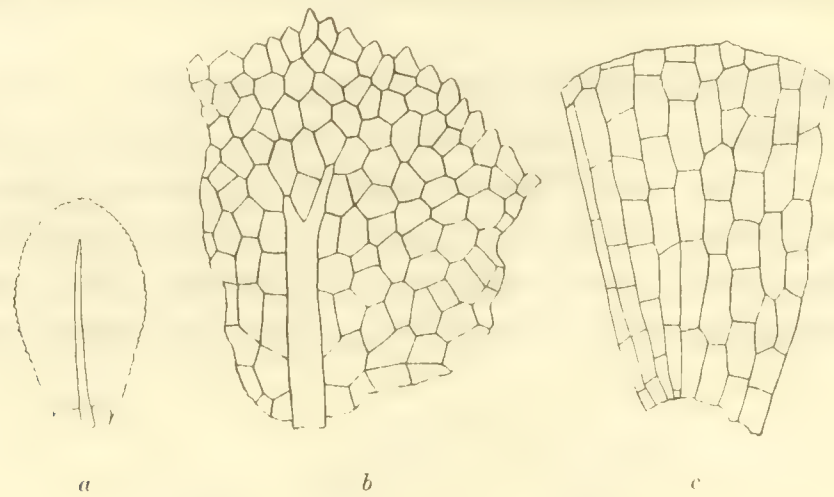
Fig. *a*, folium $\frac{42}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 50, planta magn. nat.

Splachnobryum erosulum C. Müller n. sp. in litt.

Densissime cæspitosum, cæspitibus expansis, humillimis, fusco-viridibus; *caulis* erectus, strictus vel leviter vage curvatus, tenuis, usque ad 7 mm. altus, inferne remote, superne densius foliosus, infima basi parce radiculosus; *folia* patentia vel patula, subpellucida, planefacta usque ad 0,54 mm. longa et 0,34 mm. lata, ovata vel plerumque obovata, obtusa vel minutissime apiculata, inferiora planiuscula, superiora subcanaliculate concava, marginibus planis, basi integris, ceterum ob cellulas prominentes erosis, nervo

basi 0,025 mm. crasso, infra apicem evanido; cellulæ dorso subpapillosæ, secus parietes chlorophyllosæ, basales rectangulæ, medianæ subelongate irregulariter hexagonæ vel angulatæ, apicales paullum breviores, subquadratæ vel irregulariter angulatæ; cetera ignota.



a *b* *c*

Habitat in Camerunia in rupibus littoreis, ubi ad promontorium Dibundsche m. Novembri a. 1891 et ad Mokundange pagum m. Februario a. 1892 legi.

Of the same size and habit as *S. tenerum*, but differing in its more elongate, sometimes shortly apiculate and always erose leaves.

Not uncommon on basaltic rocks by the sea-shore, very often associated with *Anoectangium basalticum*.

Fig. *a*, folium $\frac{42}{1}$; *b*, cellulæ apicales $\frac{200}{1}$; *c*, cellulæ basales $\frac{200}{1}$.

Pl. 00, fig. 49, planta magn. nat.

Index to Parts I and II.

Anoectangium afro-compactum C. MÜLLER. II, p. 4.
basalticum P. DUSÉN. II, p. 3.
» Duseni C. MÜLLER. II, p. 3.
Aongstroemia Cameruniæ C. MÜLLER. II, p. 6.
Calymperes asperum C. MÜLLER. II, p. 20.
» asterigerum C. MÜLLER. II, p. 27.
asteristylum C. MÜLLER. II, p. 26.
brachypelma C. MÜLLER. II, p. 22.
campylopodioides C. MÜLLER. II, p. 25.
intra-limbatum C. MÜLLER. II, p. 21.
leucocoleos C. MÜLLER. II, p. 21.
linealifolium C. MÜLLER. II, p. 23.
megamitrium C. MÜLLER. II, p. 30.
microblastum C. MÜLLER. II, p. 31.
proligerum P. DUSÉN. II, p. 28.
» rotundatum C. MÜLLER. II, p. 29.
» rupestre C. MÜLLER. II, p. 32.
saxatile C. MÜLLER. II, p. 33.
» secundulum C. MÜLLER. II, p. 24.
subdisciforme C. MÜLLER. II, p. 36.
tenellifolium C. MÜLLER. II, p. 27.
tenellum C. MÜLLER. II, p. 27.
Dicranella afro-exigua C. MÜLLER. II, p. 8.
ampullacea C. MÜLLER. II, p. 7.
Cameruniæ P. DUSÉN. II, p. 6.
exigua C. MÜLLER. II, p. 9.
» falcularia C. MÜLLER. II, p. 10.
» nodicoma C. MÜLLER. II, p. 9.
pertenella C. MÜLLER. II, p. 5.
» rivalis C. MÜLLER. II, p. 11.
Dissodon Cameruniæ C. MÜLLER. II, p. 38.
Distichia Afro-Victoriæ C. MÜLLER. I, p. 34.
Epiptervgium convalleum P. DUSÉN. I, p. 55.
» Duseni C. MÜLLER. I, p. 55.
Eriocladium longipendulum C. MÜLLER. I, p. 23.
pseudo-capense C. MÜLLER. I, p. 23.
trachypterum C. MÜLLER. I, p. 22.
Fabbronia Cameruniæ C. MÜLLER. I, p. 54.
» Cameruniæ P. DUSÉN. I, p. 54.
» Duseni C. MÜLLER. I, p. 53.
» grandifolia C. MÜLLER. I, p. 54.
» Persoonii SCHWAEGR. I, p. 53.
sphærocarpa P. DUSÉN. I, p. 53.

Fissidens alomoides C. MÜLLER. I, p. 10.
» Bryum C. MÜLLER. I, p. 14.
» Calabariæ C. MÜLLER. I, p. 10.
» coriaceifolius C. MÜLLER. I, p. 6.
Duseni C. MÜLLER. I, p. 6.
fluminalis P. DUSÉN. I, p. 6.
» glaucopteris C. MÜLLER. I, p. 13.
» glauculus C. MÜLLER. I, p. 12.
» Muelleri P. DUSÉN. I, p. 14.
» nematopteris C. MÜLLER. I, p. 5.
» occultifolium C. MÜLLER. I, p. 14.
pulcher C. MÜLLER. I, p. 8.
sarcophyllus C. MÜLLER. I, p. 11.
» sigmocarpus C. MÜLLER. I, p. 7.
Hildebrandtiella Cameruniæ C. MÜLLER. I, p. 21.
» perpinnata BROTHERUS. I, p. 19.
Hyophila anoectangioides C. MÜLLER. II, p. 20.
» crenulata C. MÜLLER. II, p. 18.
» Victoriæ C. MÜLLER. II, p. 19.
Leucophanes calymperaceum C. MÜLLER. II, p. 17.
» Cameruniæ C. MÜLLER. II, p. 15.
denticuspis C. MÜLLER. II, p. 16.
» obtusatulum C. MÜLLER. II, p. 17.
Mniadelphus Duseni C. MÜLLER. I, p. 51.
» rigidicaulis P. DUSÉN. I, p. 51.
Neckera breviuscula C. MÜLLER. I, p. 38.
» Duseni C. MÜLLER. I, p. 41.
hookeriacea C. MÜLLER. I, p. 37.
longiuscula C. MÜLLER. I, p. 38.
ramulosa MITT. I, p. 42.
remota BR. et SCH. I, p. 36.
spurio-truncata C. MÜLLER. I, p. 36.
subremota C. MÜLLER. I, p. 36.
» truncata (PALIS.). I, p. 37.
Orthodon thomeanus BROTHERUS. II, p. 38.
Orthostichella Duseni C. MÜLLER. I, p. 33.
Orthostichidium Cameruniæ P. DUSÉN. I, p. 21.
Duseni C. MÜLLER. I, p. 19.
» perpinnatum (BROTHERUS) P. DUSÉN. I, p. 19.
Papillaria Cameruniæ C. MÜLLER. I, p. 24.
» Jumboana C. MÜLLER. I, p. 26.
Pilotrichella communis C. MÜLLER. I, p. 28.
gracilicaulis C. MÜLLER. I, p. 30.
latiramea C. MÜLLER. I, p. 29.
Mülleri P. DUSÉN. I, p. 33.
panduræfolia C. MÜLLER. I, p. 32.
sordido-viridis C. MÜLLER. I, p. 27.
» turgidellacea C. MÜLLER. I, p. 31.
Porotrichum Braunii BROTHERUS. I, p. 41.
» chalaropteris C. MÜLLER. I, p. 39.
» hamulosum (MITT.) P. DUSÉN. I, p. 42.
Hendelotii BESCHERELLE. I, p. 45.
» lepto-meteorium C. MÜLLER. I, p. 46.
» pergracile C. MÜLLER. I, p. 45.
punctulatum C. MÜLLER. I, p. 43.
punctulatum P. DUSÉN. I, p. 43.
stolonirameum C. MÜLLER. I, p. 40.
subpunctulatum C. MÜLLER. I, p. 43.
Schwetzschkea Brotheri P. DUSÉN. I, p. 54.
» Duseni C. MÜLLER. I, p. 54.

Splachnobryum erosulum C. MÜLLER. II, p. 39.
» tenerum C. MÜLLER. II, p. 39.
Syrrhopodon afro-ciliatus C. MÜLLER. I, p. 15.
» afro-tristichus C. MÜLLER. I, p. 17.
disciformis P. DUSÉN. I, p. 17.
Duseni C. MÜLLER. I, p. 17.
» lamprocarpus MITT. I, p. 17.
» paucifimbriatus C. MÜLLER. I, p. 16.
spurio-disciformis P. DUSÉN. II, p. 34.
» subdisciformis P. DUSÉN. II, p. 36.
Tayloria orbispatulata C. MÜLLER. II, p. 38.
Thamnium fluviaticum C. MÜLLER. I, p. 50.
» leptopteris C. MÜLLER. I, p, 46.
» leptopteris P. DUSÉN. I, p. 46.
» » var. rivularis C. MÜLLER. I, p. 48.
planissimum C. MÜLLER. I, p. 48.
» profusum C. MÜLLER. I, p. 46.
serpenticaule C. MÜLLER. I, p. 49.
» suspectum C. MÜLLER. I, p. 50.
Trematodon minutulus C. MÜLLER. II, p. 14.
» nudus C. MÜLLER. II, p. 13.
» Victoriæ C. MÜLLER. II, p. 12.

Explicatio Tabulæ.

Fig. 1. *Syrrhopodon spuriodisciformis* P. DUSÉN. Planta magn. nat.
2. *Syrrhopodon spuriodisciformis* P. DUSÉN. Pars peristomii $\frac{200}{1}$.
3. *Syrrhopodon subdisciformis* P. DUSÉN. Planta ster. magn. nat.
4. *Syrrhopodon subdisciformis* P. DUSÉN. Planta sterilis foliis supremis in rosulam confertis magn. nat.
5. *Syrrhopodon subdisciformis* P. DUSÉN. Planta fert. magn. nat.
6. *Syrrhopodon subdisciformis* P. DUSÉN. Pars peristomii $\frac{200}{1}$.
7. *Calymperes secundulum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
8. *Calymperes asterigerum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
9. *Calymperes leucocoleos* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
10. *Calymperes tenellifolium* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
11. *Calymperes tenellum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
12. *Calymperes asteristylum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
13. *Calymperes linealifolium* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
14. *Calymperes campylopodioides* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
15. *Calymperes proligerum* P. DUSÉN. Planta magn. nat.
16 et 17. *Calymperes megamitrium* C. MÜLLER. Plantæ magn. nat.
18. *Calymperes rotundatum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
19. *Calymperes brachypelma* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
20. *Calymperes asperum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
21. *Dicranella nodicoma* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
22. *Dicranella falcularia* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
23. *Calymperes microblastum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
24. *Calymperes rupestre* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
25 et 26. *Calymperes saxatile* C. MÜLLER. Plantæ magn. nat.
27. *Dicranella rivalis* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
28. *Dicranella rivalis* C. MÜLLER. Pars peristomii $\frac{142}{1}$.
29. *Dicranella ampullacea* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
30 et 31. *Dicranella ampullacea* C. MÜLLER. Partes peristomii $\frac{200}{1}$.
32. *Dicranella Cameruniæ* P. DUSÉN. Pars peristomii $\frac{142}{1}$.
33. *Dicranella Cameruniæ* P. DUSÉN. Planta magn. nat.
34. *Dicranella pertenella* C. MÜLLER. Pars peristomii $\frac{142}{1}$.
35. *Dicranella pertenella* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
36. *Trematodon minutulus* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
37. *Anoectangium afro-compactum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
38. *Anoectangium basalticum* P. DUSÉN. Planta magn. nat.
39. *Leucophanes calymperaceum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
40. *Leucophanes obtusatulum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
41. *Dissodon Cameruniæ* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
42. *Leucophanes Cameruniæ* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
43. *Leucophanes denticuspis* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
44. *Trematodon Victoriæ* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
45. *Trematodon Victoriæ* C. MÜLLER. Pars peristomii $\frac{142}{1}$.
46. *Hyophila crenulata* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
47. *Trematodon nudus* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
48. *Dicranella afro-exigua* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
49. *Splachnobryum erosulum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.
50. *Splachnobryum tenerum* C. MÜLLER. Planta magn. nat.

1

2

3 4 5

6

7

8

9

10 11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

P. Dusén del.

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28 N:o 4.

ÜBER

DIE ALLGEMEINEN JUPITERSTÖRUNGEN

DES

PLANETEN (127) JOHANNA

VON

Dr. K. G. OLSSON.

AN DIE KÖNIGL. SCHWEDISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN EINGEREICHT DEN 9. OCTOBER 1895.

GEPRÜFT VON D. G. LINDHAGEN OCH N. C. DUNÉR.

STOCKHOLM 1895
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

Die HANSEN'sche Methode, welche ich für die Berechnung der Störungen des Planeten (127) Johanna angewandt habe, unterscheidet sich bekanntlich von übrigen bisherigen Planetentheorien hauptsächlichst durch die Wahl der Coordinaten und dadurch, dass Entwickelungen nach den Potenzen der Excentricität und Neigung des gestörten Planeten in derselben nicht vorkommen. Hierdurch gewinnt man, dass der Betrag der Störungen auf ein Minimum reducirt wird, und dass die Annäherung weiter geführt werden kann, als die in den Planetentheorien sonst angewandten Entwickelungen nach den Potenzen der Exentricität und Neigung erlauben, wenn letztere einigermaassen beträchtlich sind.

Die Schwierigkeiten, welche in allen bisherigen Theorien in Folge der kleinen Integrationsdivisoren erscheinen, welche aus einer genäherten Commensurabilität zwischen den mittleren Bewegungen des störenden und gestörten Planeten entstehen, und welche bewirken, dass die Entwickelungen nach den Potenzen der Massen schwach convergiren, sind natürlicherweise in gleichem Maasse auch in der HANSEN'schen Theorie vorhanden. Der Planet, wovon diese Abhandlung handelt, ist nicht unter denjenigen, deren Störungen höherer Ordnung als der ersten in Folge einer solchen Eigenschaft bedeutend werden können.

Mittelst der HANSEN'schen Theorie ist es möglich sogar für Planeten mit grosser Excentricität und Neigung den Ort des Planeten mit grosser Genauigkeit für eine *begrenzte* Zeit darzustellen. In Folge der Einwirkung der durch Potenzenreihen nach der Zeit ausgedrückten secularen Glieder werden doch die gefundenen Störungsausdrücke nach dem Verlauf einer gewissen Zeit für die Berechnung der Bewegung des Planeten nicht mehr anwendbar. Man kann freilich durch Anwendung der LAPLACE'schen trigonometrischen Ausdrücke der Excentricität und Neigung die Ausdrücke der Störungen eines Planeten in rein trigonometrischer Form erhalten, man gewinnt aber diesen Vortheil nur auf Kosten der Einfachheit der Form. Die neuen Argumente, welche in die Störungsausdrücke einkommen, bewirken, dass die Zahl der Glieder enorm anwachsen, und zwar haben die von mir u. A. ausgeführten Arbeiten in der s. g. absoluten Bahntheorie eine Bestätigung der schon von LAPLACE ausgesprochenen Ansicht des geringen Werthes für *practische* Bedürfnisse der in oben genannter Weise erhaltenen rein trigonometrischen Störungsformeln ergeben. Nimmt man auch in Betracht, dass man von den Grenzen der Excentricität und Neigung, innerhalb deren die Formeln der absoluten Bahntheorie gültig sind, in Folge

der Bildungsart der elementären Glieder in der Länge nichts kennt,[1] so scheint es mir, dass bisher sehr wenig gewonnen ist um die Bewegung eines Planeten für eine längere Zeit zu berechnen.

Die HANSEN'sche Methode genügt allerdings nicht jenem der häufigen Entdeckung kleiner Planeten entspringenden Bedürfniss, nach einer Methode, welche den der Astronomie zur Verfügung stehenden Arbeitskräften angepasst wäre und doch für eine grosse Zahl von kleinen Planeten Störungen hinlänglich genau berechnen liesse, um die Bahnen derselben während der nächsten Zeit zu identificiren. Obwohl ferner die mittelst der genannten Methode berechneten Störungsausdrücke in Folge der Einwirkung der secularen Glieder nach einer gewissen Zeit ihre Gültigkeit verlieren, so muss man ihr doch hohen Werth zuerkennen, wenn man beabsichtigt durch Formeln, welche die Zeit oder ein entsprechendes Argument analytisch enthalten, den Ort eines kleinen Planeten mit grosser Genauigkeit berechnen zu können, wenn auch diese Aufgabe nur für eine begrenzte Zeit durch dieselbe gelöst wird.

[1] Vergl. Astr. Nachr. N:r 3193.

§ 1.

Die Elemente des Planeten (127) Johanna, welche ich für die Störungsrechnung angewandt habe, sind die für die Epoche 1890 Oct. 3.0 Berliner M.Z. osculirenden und nach dem Berliner Jahrbuch folgende:

$$\left.\begin{aligned} L &= 13^\circ\,27'\;\;6''.9 \\ M &= 251\;\;23\;\;46\;\;.9 \\ \omega &= 90\;\;25\;\;40\;\;.4 \\ \Omega &= 31\;\;37\;\;39\;\;.6 \\ i &= 8\;\;15\;\;35\;\;.2 \\ \varphi &= 3\;\;47\;\;29\;\;.9 \end{aligned}\right\}\text{M. Equ. } 1890.0$$

$$\begin{aligned} n &= 775''.89866 \\ \log a &= 0.4401344 \end{aligned}$$

Nach Leverrier's Tafeln habe ich für Jupiter mit Berücksichtigung der beiden grossen Ungleichheiten langer Periode und der secularen Glieder (bei i und Ω nur der secularen Theile) folgende Elemente gebildet, welche für die Rechnung zum Grunde gelegt wurden:

Epoche: 1890 Oct. 3.0 Berliner M.Z.

$$\left.\begin{aligned} L' &= 317^\circ\,38'\,36''.9 \\ M' &= 304\;\;41\;\;45\;\;.9 \\ \pi' &= 12\;\;56\;\;51\;\;.0 \\ \Omega' &= 99\;\;20\;\;36\;\;.7 \\ \omega' &= 273\;\;36\;\;14\;\;.3 \\ i' &= 1\;\;18\;\;33\;\;.1 \\ \varphi' &= 2\;\;46\;\;52\;\;.0 \end{aligned}\right\}\text{M. Equ. } 1890.0$$

$$\begin{aligned} \log a' &= 0.7162512 \\ n' &= 299''.1142 \end{aligned}$$

und für die Jupitersmasse habe ich den Werth (Bessel-Schur) $\frac{1}{1047.568}$ angenommen.

Entwickelt man nun den Quotienten $\frac{n'}{n} = \mu$ in einen Kettenbruch, so erhält man:

$$\mu = \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{6 + \ldots}}}}}$$

Die kleinsten Divisoren werden nach dieser Verfahrungsweise folgende:

$$\begin{aligned} 1 - 2\mu &= +\ 0{,}2289866 \\ 1 - 3\mu &= -\ 0.1565201 \\ 2 - 5\mu &= +\ 0.0724665 \\ 5 - 13\mu &= -\ 0.011587 \\ 32 - 83\mu &= +\ 0.002944 \end{aligned}$$

u. s. w.

In Übereinstimmung hiermit habe ich die Glieder, welche die drei ersten Divisoren bei der Integration bekommen, genauer als die übrigen berechnet.

§ 2.

Wird mit f die wahre Anomalie, mit Π die Länge des Perihels vom aufsteigenden Knoten der Bahn des gestörten Planeten auf derjenigen des störenden Planeten und mit I die gegenseitige Neigung der Bahnen verstanden, so ergiebt sich für den Cosinus (H) des Winkels zwischen den Radii vectores folgenden Ausdruck:

$$H = \cos(f + \Pi)\cos(f' + \Pi') + \cos I \sin(f + \Pi)\sin(f' + \Pi').$$

Die obigen Elemente des Planeten (127) Johanna geben die Werthe:

$$\Pi = 99^\circ\ 19'\ 30''.09\,; \quad \Pi' = 350^\circ\ 7'\ 46''.31\,; \quad I = 7^\circ\ 51'\ 23''.87\,.$$

Mittelst dieser und nach den Formeln [Hansen, »Auseinandersetzung u. s. w.», Abh. I, Formel (102)]:

(1)
$$\begin{aligned} \cos I \sin\Pi' &= k \sin K\,; & \sin\Pi' &= k_1 \sin K_1 \\ \cos\Pi' &= k\cos K\,; & \cos I\cos\Pi' &= k_1\cos K_1\,, \end{aligned}$$

welche, in H eingeführt, diese Grösse in folgende Form bringen:

$$\begin{aligned} H = {} & \cos f\cos f' k\cos(\Pi - K) + \cos f\sin f' k_1\sin(\Pi - K_1) - \\ & - \sin f\cos f' k\sin(\Pi - K) + \sin f\sin f' k_1\cos(\Pi - K_1) \end{aligned}$$

wurden berechnet:

$$\begin{aligned} \log k &= 9.9998807\,; & K &= 350^\circ\ 13'\ 13''.39 \\ \log k_1 &= 9.9960256\,; & K_1 &= 350\quad 2\ 16\ .31\,. \end{aligned}$$

Wird nun der gegenseitige Abstand der beiden Planeten mit Δ bezeichnet, so erhält man nach Einführung der excentrischen Anomalien ε und ε' statt f und f' [H. I (103)]:

(2)
$$\left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 = \gamma_0 - \gamma_1\cos\varepsilon' - \beta_0'\sin\varepsilon' + \gamma_2\cos{}^2\varepsilon'$$

wo γ_0, γ_1, β_0 und γ_2 nur Functionen der excentrischen Anomalie (ε) des gestörten Planeten sind. Um letztere zu berechnen setzt HANSEN (H. I § 53):

$$\beta_0 = f \sin F; \quad \gamma_1 = f \cos F \tag{3}$$

wodurch man bekommt:

$$\left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 = \gamma_0 - f \cos (F - \varepsilon') + \gamma_2 \cos {}^2\varepsilon' \tag{4}$$

und stellt die Rechnung, wie folgt [H. I (104), (106) und (107)]:

$$\left.\begin{aligned}
p \sin P &= 2\alpha^2 \frac{e'}{e} - 2\alpha k \cos (\Pi - K) \\
p \cos P &= 2\alpha \cos \varphi' k_1 \sin (\Pi - K_1) \\
v \sin V &= 2\alpha \cos \varphi k \sin (\Pi - K) \\
v \cos V &= 2\alpha \cos \varphi \cos \varphi' k_1 \cos (\Pi - K_1) \\
w \sin W &= p - 2\alpha^2 \frac{e'}{e} \sin P \\
w \cos W &= v \cos (V - P) \\
w_1 \sin W_1 &= v \sin (V - P) \\
w_1 \cos W_1 &= 2\alpha^2 \frac{e'}{e} \cos P \\
f \sin (F - P) &= w \sin (\varepsilon + W) - ep \\
f \cos (F - P) &= w_1 \cos (\varepsilon + W_1) \\
R &= 1 + \alpha^2 - 2\alpha^2 e'^2 \\
\gamma_0 &= R - 2e \cos \varepsilon + e^2 \cos {}^2\varepsilon + e' f \cos F \\
\gamma_2 &= \alpha^2 e'^2 \\
\alpha &= \frac{a'}{a} .
\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Um die Coefficienten der nach ε und ε' entwickelten Störungsfunction nach HANSEN's Methode zu ermitteln, habe ich die Grössen f und F für $\varepsilon = 0$, $22^\circ\,30'$, 45° ... etc. (unten $\varepsilon = (0)$, (1) u. s. w.) berechnet, was eine Theilung des Kreises in 16 gleiche Theile entspricht. Für die obigen Grössen ergaben sich alsdann folgende numerische Werthe, wo ich statt γ_0

$$D = \gamma_0 + \frac{1}{2}\gamma_2$$

angegeben habe, da diese Grösse im Folgenden angewandt wird:

$$\begin{aligned}
\log p &= 0.8674133\,; & P &= 61^\circ\,23'\,32''.59 \\
\log v &= 0.5760337 & V &= 109\quad 5\ 18\ .99 \\
\log w &= 0.5750214 & W &= 47\ \ 34\ 27\ .92 \\
\log w_1 &= 0.5737269 & W_1 &= 48\ \ 1\ 57\ .42
\end{aligned}$$

$$R = +\,4.549637$$

$$\gamma_2 = +\,0.00839620$$

ε	$\log f$	F	D
(0)	0.5305434	103° 46′ 42″.96	+ 4.386746
(1)	0.5175020	129 5 59 .92	4.334632
(2)	0.5150084	154 51 52 .36	4.318712
(3)	0.5230139	180 21 58 .95	4.342082
(4)	0.5388471	205 4 14 .62	4.401851
(5)	0.5588493	228 43 58 .07	4.489201
(6)	0.5796934	251 20 14 .26	4.590554
(7)	0.5987916	272 59 28 .62	4.689809
(8)	0.6141771	293 51 29 .07	4.771186
(9)	0.6243183	314 8 14 .92	4.822020
(10)	0.6280517	334 4 5 .35	4.834848
(11)	0.6246462	353 55 58 .97	4.808386
(12)	0.6139627	14 3 33 .52	4.747335
(13)	0.5966970	34 48 21 .42	4.661267
(14)	0.5746854	56 31 40 .20	4.563005
(15)	0.5511508	79 29 51 .38	4.466843

Um diese Rechnungen zu controlliren, habe ich die Methode in HANSEN's »Auseinandersetzung u. s. w.» Abh. I, § 60 benutzt, welche darin besteht, dass man $\left(\frac{\Delta}{a}\right)^2$ sowohl nach (2) wie nach dem analogen Ausdrucke [H. I (125)]:

$$\left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 = \gamma_0' - f' \cos(\varepsilon - F') + e^2 \cos {}^2\varepsilon \tag{6}$$

wo die Coordinaten und Elemente des störenden und gestörten Planeten vertauscht sind, für alle Werthe von ε und ein Paar Werthe von ε' berechnet. Ich habe die drei Werthe gewählt: $\varepsilon' = 0°$, $45°$ und $90°$, und habe eine vollständige Übereinstimmung gefunden.

§ 3.

Für die Entwickelung der in der Störungsfunction und ihren partiellen Derivirten vorkommenden ungeraden Potenzen von $\frac{a}{\Delta}$ habe ich die Methode in HANSEN's »Auseinandersetzung u. s. w.» § 68 angewandt. Setzt man also (4):

$$\left(\frac{\Delta}{a}\right)^2 = D - f \cos(\varepsilon' - F) + \tfrac{1}{2}\gamma_2 \cos 2\varepsilon' \tag{7}$$

wo, wie im vorigen:

$$D = \gamma_0 + \tfrac{1}{2}\gamma_2$$

so werden:

$$\left.\begin{aligned} \frac{a}{\Delta} &= \frac{1}{\{D - f\cos(\varepsilon' - F)\}^{\frac{1}{2}}} - \frac{\frac{1}{4}\gamma_2 \cos 2\varepsilon'}{\{D - f\cos(\varepsilon' - F)\}^{\frac{3}{2}}} \\ \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3 &= \frac{1}{\{D - f\cos(\varepsilon' - F)\}^{\frac{3}{2}}} - \frac{\frac{3}{4}\gamma_2 \cos 2\varepsilon'}{\{D - f\cos(\varepsilon' - F)\}^{\frac{5}{2}}} \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Schreibt man nun:

$$\frac{1}{\{D - f\cos(\varepsilon' - F)\}^{n}_{2}} = \alpha_0^{(n)} + 2\alpha_1^{(n)}\cos(\varepsilon' - F) + 2\alpha_2^{(n)}\cos 2(\varepsilon' - F) + \ldots \quad (9)$$

so sind also hier sowohl die Coefficienten α wie die Winkel F nur von ε abhängig. Die durch eine leichte Transformation erhaltenen Grössen $\alpha_i^{(n)} \cdot \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\{i\varepsilon - iF\}$ werden nun nach Hansen mittelst mechanischer Quadraturen in trigonometrische Reihen nach den Vielfachen von ε entwickelt, die für diese Rechnungen erforderlichen, den obigen sechzehn ε:Werthen entsprechenden, Werthe von $\alpha_i^{(n)} \cdot \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\{i\varepsilon - iF\}$ dagegen mittelst der unten stehenden analytischen Formeln ermittelt. Weil man am besten die Coefficienten $\alpha_i^{(1)}$ und $\alpha_i^{(5)}$ mittelst Recursionsformeln aus $\alpha_i^{(3)}$ berechnet, schreibe ich nur die besprochenen Formeln für $n = 3$ aus. Setzt man folglich (H. I, § 62):

$$\left.\begin{aligned} F_i &= \frac{2i+1}{4i} \cdot \frac{f}{D} \\ \lambda_i &= F_i \cdot \frac{2i-3}{4(i-1)} \cdot \frac{f}{D} \\ \gamma_i &= \frac{1}{1 - \lambda_{i+1}\gamma_{i+1}} \\ p_i^{(3)} &= F_i\gamma_i \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

so wird:

$$\alpha_i^{(3)} = \alpha_0^{(3)} p_1^{(3)} p_2^{(3)} \ldots p_i^{(3)} \quad (11)$$

Hansen giebt in der »Auseinandersetzung u. s. w.» Seite 154 eine Tafel von $\theta_i = \frac{2i+1}{4i}$ und $\mu_i = \frac{2i+1}{4i} \cdot \frac{2i-3}{4i-4}$. In dieser Tafel sind μ_{10} und μ_9 in den letzten Decimalen fehlerhaft. Es soll nämlich stehen: $\log \mu_{10} = 9.3943058$ und $\log \mu_9 = 9.3933924$.

Für den Anfangswerth von γ_i wendet man die Formel an:

$$\gamma_i = \cfrac{\sec^2 \frac{1}{2}\chi}{1 - \cfrac{p_i}{1 - \cfrac{q_i}{1 - \text{etc.}}}} \quad (12)$$

wo:

$$\sin \chi = \frac{f}{D}$$

und:

$$p_i = -\frac{3 \cdot 1}{4i(i+1)} \cdot \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2}\chi\,; \quad q_i = \frac{(2i+3)(2i-1)}{4(i+1)(i+2)} \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2}\chi$$

u. s. w.

Für die Berechnung der Coefficienten $\alpha_i^{(3)}$ braucht man ferner $\alpha_0^{(3)}$, welcher mittelst der Formel:

$$\alpha_0^{(3)} = \frac{\alpha_0^{(1)}}{D - f \cdot p_1^{(3)}} \tag{13}$$

aus $\alpha_0^{(1)}$ berechnet wird. Am ersten soll also das elliptische Integral $\alpha_0^{(1)}$, d. h.:

$$\alpha_0^{(1)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{d\varphi}{(D - f\cos\varphi)^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{\pi\sqrt{D+f}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} \tag{14}$$

wenn

$$k^2 = \frac{2f}{D+f}$$

gesetzt wird, ermittelt werden. Die LANDEN'sche Substitution giebt für diesen Zweck:

$$\alpha_0^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{D+f}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \frac{1}{2}\theta \cdot \cos^2 \frac{1}{2}\theta_1 \cdot \cos^2 \frac{1}{2}\theta_2 \ldots} = \frac{1}{\sqrt{D+f}} \sqrt{\frac{\cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \ldots}{\cos\theta}} \tag{15}$$

wenn:

$$k = \sin\theta\,; \quad \sin\theta_1 = \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2}\theta\,; \quad \sin\theta_2 = \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2}\theta_1\,; \quad \text{u. s. w.} \tag{16}$$

Hat man in dieser Weise $\alpha_i^{(3)}$ bekommen, so findet man die Coefficienten $\alpha_i^{(1)}$ nach der Recursionsformel [H. I (132)]:

$$\alpha_i^{(1)} = \frac{f}{4i}\left\{\alpha_{i-1}^{(3)} - \alpha_{i+1}^{(3)}\right\} \tag{17}$$

oder:

$$\alpha_i^{(1)} = \frac{D}{2i+1}\left\{\alpha_i^{(3)} - \sin\chi \cdot \alpha_{i+1}^{(3)}\right\} \tag{18}$$

Ich habe die Coefficienten $\alpha_i^{(1)}$ sowohl direct nach Formeln, welche den Formeln (10) analog sind, wie nach (18) berechnet. Dadurch werden sowohl $\alpha_i^{(1)}$ wie auch, wenigstens für die ersten i, $\alpha_i^{(3)}$ controllirt. Die Coefficienten $\alpha_i^{(3)}$ habe ich ausserdem zweimal nach den Formeln (10), (11) u. s. w. wie auch $\alpha_i^{(5)}$ und $\alpha_i^{(7)}$ zweimal nach Recursionsformeln berechnet.

Für $\alpha_i^{(5)}$ gelten die Formeln [H. I (133)]:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_i^{(5)} &= \alpha_{i-2}^{(5)} - \frac{4(i-1)}{3f}\cdot\alpha_{i-1}^{(3)} \\ \alpha_0^{(5)} + \alpha_1^{(5)} &= \frac{\alpha_0^{(3)} + \frac{1}{3}\alpha_1^{(3)}}{D-f} \\ \alpha_0^{(5)} - \alpha_1^{(5)} &= \frac{\alpha_0^{(3)} - \frac{1}{3}\alpha_1^{(3)}}{D+f} \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

Statt der Coefficienten $\alpha_i^{(n)}$ werden unten gegeben:

$$\left.\begin{aligned} \beta_i^{(1)} &= \frac{1}{8}\mu\,\alpha_i^{(1)}; \qquad \beta_i^{(3)} = \frac{1}{8}\mu\,\alpha^2\,.\,\alpha_i^{(3)} \\ \beta_i^{(5)} &= \frac{1}{8}\mu\,\alpha^4\,.\,\alpha_i^{(5)}; \quad \beta_i^{(7)} = \frac{1}{8}\mu\,\alpha^4\,\alpha_i^{(7)} \\ &\left(\mu = 206264''.8\ \mathrm{m}'; \quad \alpha = \frac{a'}{a}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

was für die folgende Rechnung dienlich ist.

Die Coeff. $\beta_i^{(7)}$ werden für die Berechnung der Störungen *erster* Ordnung nicht angewandt; ich habe sie doch hier in Zusammenhang mit den übrigen gegeben, weil sie für die Berechnung derjenigen *zweiter* Ordnung gebraucht werden.

Statt $\varepsilon = 0°,\ 22°\,30',\ 45°, \ldots$ wird hier wie im vorigen $\varepsilon = (0), (1), (2) \ldots$ gesetzt.

ε	$\log \beta_0^{(1)}$	$\log \beta_1^{(1)}$	$\log \beta_2^{(1)}$	$\log \beta_3^{(1)}$	$\log \beta_4^{(1)}$	$\log \beta_5^{(1)}$
(0)	1.1410849	0.5287691	0.0836311	9.681982	9.300599	8.93098
(1)	1.1398431	0.5144788	0.0568280	9.642805	9.249105	8.86720
(2)	1.1402239	0.5133955	0.0543385	9.638925	9.243839	8.86054
(3)	1.1417618	0.5242716	0.0741756	9.667625	9.281361	8.90687
(4)	1.1439391	0.5432804	0.1092912	9.718659	9.348237	8.98955
(5)	1.1464023	0.5661900	0.1516820	9.780281	9.428987	9.08938
(6)	1.1490707	0.5899080	0.1953492	9.843610	9.511859	9.19173
(7)	1.1520428	0.6125853	0.2365911	9.903118	9.589507	9.28746
(8)	1.1553195	0.6327638	0.2725994	9.954673	9.656488	9.36979
(9)	1.1584928	0.6484096	0.2998665	9.993338	9.706457	9.43102
(10)	1.1606533	0.6565885	0.3136333	0.012579	9.731125	9.46109
(11)	1.1607453	0.6542790	0.3090956	0.005859	9.722240	9.45005
(12)	1.1582883	0.6400853	0.2839830	9.970044	9.675816	9.39306
(13)	1.1538338	0.6155333	0.2406256	9.908221	9.595669	9.29466
(14)	1.1486706	0.5848769	0.1859387	9.829885	9.493844	9.16944
(15)	1.1441284	0.5539190	0.1298978	9.749109	9.388480	9.03956

ε	$\log \beta_6^{(1)}$	$\log \beta_7^{(1)}$	$\log \beta_8^{(1)}$	$\log \beta_9^{(1)}$	$\log \beta_{10}^{(1)}$	$\log \beta_{11}^{(1)}$	$\log \beta_{12}^{(1)}$
(0)	8.56906	8.21258	7.8601	7.5107	7.1639	6.8191	6.4760
(1)	8.49301	8.12427	7.7595	7.3978	7.0387	6.6816	6.3262
(2)	8.48496	8.11483	7.7487	7.3857	7.0253	6.6670	6.3104
(3)	8.54009	8.17874	7.8213	7.4670	7.1153	6.7657	6.4177
(4)	8.63854	8.29296	7.9514	7.6129	7.2769	6.9430	6.6108
(5)	8.75742	8.43087	8.1083	7.7888	7.4719	7.1570	6.8438
(6)	8.87922	8.57211	8.2689	7.9688	7.6712	7.3757	7.0818
(7)	8.99300	8.70393	8.4187	8.1366	7.8570	7.5794	7.3035
(8)	9.09063	8.81680	8.5469	8.2801	8.0158	7.7536	7.4930
(9)	9.16309	8.90049	8.6418	8.3862	8.1331	7.8820	7.6325
(10)	9.19853	8.94125	8.6879	8.4376	8.1898	7.9441	7.7000
(11)	9.18537	8.92601	8.6705	8.4180	8.1680	7.9201	7.6738
(12)	9.11783	8.84793	8.5819	8.3190	8.0586	7.8002	7.5434
(13)	9.00123	8.71317	8.4291	8.1481	7.8696	7.5931	7.3183
(14)	8.85266	8.54127	8.2338	7.9294	7.6276	7.3278	7.0297
(15)	8.69831	8.36248	8.0307	7.7020	7.3758	7.0517	6.7292

ε	$\log \beta_0^{(3)}$	$\log \beta_1^{(3)}$	$\log \beta_2^{(3)}$	$\log \beta_3^{(3)}$	$\log \beta_4^{(3)}$	$\log \beta_5^{(3)}$
(0)	1.3562082	1.1707430	0.9295201	0.6647220	0.386798	0.100485
(1)	1.3425130	1.1468494	0.8941955	0.6176006	0.327721	0.029368
(2)	1.3425776	1.1457599	0.8918171	0.6138934	0.322667	0.022958
(3)	1.3542058	1.1647158	0.9189723	0.6495056	0.366849	0.075770
(4)	1.3742558	1.1977617	0.9666605	0.7123290	0,445022	0.169405
(5)	1.3997211	1.2386238	1.0250535	0.7889016	0.540061	0.283064
(6)	1.4284562	1.2827269	1.0868799	0.8691812	0.639117	0.401069
(7)	1.4589785	1.3271551	1.1475674	0.9468728	0.734150	0.513625
(8)	1.4892445	1.3689504	1.2030257	1.0166831	0.818625	0.612935
(9)	1.5150924	1.4030555	1.2470303	1.0711270	0.883756	0.688887
(10)	1.5298591	1.4217270	1.2704194	1.0995033	0.917243	0.727552
(11)	1.5267964	1.4171126	1.2639276	1.0910260	0.906732	0.714984
(12)	1.5037233	1.3863354	1.2238833	1.0411984	0.846882	0.644978
(13)	1.4656921	1.3346699	1.1560259	0.9563203	0.744605	0.525097
(14)	1.4224975	1.2734314	1.0737155	0.8519817	0.617809	0.375610
(15)	1.3838225	1.2152526	0.9931477	0.7481369	0.490294	0.224217

ε	$\log \beta_6^{(3)}$	$\log \beta_7^{(3)}$	$\log \beta_8^{(3)}$	$\log \beta_9^{(3)}$	$\log \beta_{10}^{(3)}$	$\log \beta_{11}^{(3)}$	$\log \beta_{12}^{(3)}$
(0)	9.80834	9.51191	9.2122	8.9099	8.6055	8.2993	7.9916
(1)	9.72513	9.41657	9.1047	8.7902	8.4736	8.1552	7.8353
(2)	9.71736	9.40743	9.0942	8.7784	8.4605	8.1408	7.8196
(3)	9.77884	9.47759	9.1730	8.8659	8.5567	8.2457	7.9332
(4)	9.88800	9.60232	9.3133	9.0218	8.7282	8.4328	8.1360
(5)	0.02037	9.75348	9.4834	9.2108	8.9361	8.6596	8.3817
(6)	0.15743	9.90966	9.6587	9.4052	9.1497	8.8925	8.6338
(7)	0.28763	0.05758	9.8244	9.5887	9.3510	9.1116	8.8707
(8)	0.40187	0.18681	9.9687	9.7482	9.5257	9.3015	9.0759
(9)	0.48873	0.28465	0.0776	9.8681	9.6566	9.4434	9.2288
(10)	0.53260	0.33372	0.1318	9.9275	9.7212	9.5133	9.3040
(11)	0.51797	0.31705	0.1131	9.9067	9.6983	9.4882	9.2767
(12)	0.43772	0.22648	0.0122	9.7955	9.5768	9.3564	9.1346
(13)	0.30011	0.07106	9.8389	9.6043	9.3677	9.1294	8.8896
(14)	0.12779	9.87583	9.6206	9.3629	9.1032	8.8417	8.5788
(15)	9.95240	9.67634	9.3970	9.1152	8.8313	8.5457	8.2586

ε	$\log \beta_0^{(5)}$	$\log \beta_1^{(5)}$	$\log \beta_2^{(5)}$	$\log \beta_3^{(5)}$	$\log \beta_4^{(5)}$	$\log \beta_5^{(5)}$	$\log \beta_6^{(5)}$	$\log \beta_7^{(5)}$	$\log \beta_8^{(5)}$
(0)	1.72973	1.65824	1.51722	1.33629	1.1294	0.9047	0.6665	0.4183	0.162
(1)	1.69631	1.61901	1.46893	1.27766	1.0598	0.8238	0.5737	0.3145	0.045
(2)	1.69527	1.61731	1.46620	1.27377	1.0547	0.8174	0.5664	0.3058	0.036
(3)	1.72214	1.64837	1.50379	1.31870	1.1075	0.8780	0.6355	0.3815	0.121
(4)	1.76971	1.70320	1.57011	1.39828	1.2012	0.9865	0.7588	0.5213	0.2759
(5)	1.83048	1.77220	1.65256	1.49636	1.31602	1.1186	0.9087	0.6890	0.4617
(6)	1.89862	1.84817	1.74180	1.60120	1.43773	1.25792	1.0659	0.8644	0.6555
(7)	1.96982	1.92610	1.83152	1.70503	1.55688	1.39314	1.2176	1.0329	0.8408
(8)	2.03884	2.00044	1.91551	1.80071	1.66538	1.51511	1.3536	1.1830	1.0056
(9)	2.09633	2.06159	1.98347	1.87702	1.75092	1.61036	1.4589	1.2987	1.1316
(10)	2.12812	2.09506	2.02012	1.91764	1.79587	1.65997	1.5132	1.3580	1.1958
(11)	2.12013	2.08640	2.01019	1.90614	1.78264	1.64490	1.4962	1.3390	1.1747
(12)	2.06792	2.03083	1.94828	1.83644	1.70433	1.55749	1.3994	1.2326	1.0586
(13)	1.98226	1.93891	1.84503	1.71935	1.57215	1.40933	1.2349	1.0512	0.8603
(14)	1.88411	1.83200	1.72276	1.57880	1.41165	1.22809	1.0323	0.8268	0.6142
(15)	1.79487	1.73264	1.60651	1.44276	1.25431	1.0485	0.8299	0.6014	0.3648

ε	$\log \beta_0^{(7)}$	$\log \beta_1^{(7)}$	$\log \beta_2^{(7)}$	$\log \beta_3^{(7)}$	$\log \beta_4^{(7)}$	$\log \beta_5^{(7)}$	$\log \beta_6^{(7)}$	$\log \beta_7^{(7)}$	$\log \beta_8^{(7)}$
(0)	1.6275	1.5915	1.5008	1.3712	1.214	1.034	0.836	0.626	0.404
(1)	1.5733	1.5338	1.4366	1.2984	1.132	0.942	0.734	0.517	0.281
(2)	1.5711	1.5314	1.4336	1.2943	1.126	0.935	0.729	0.505	0.274
(3)	1.6139	1.5766	1.4833	1.3505	1.189	1.005	0.806	0.589	0.371
(4)	1.6904	1.6570	1.5722	1.4503	1.3004	1.131	0.943	0.742	0.529
(5)	1.7886	1.7595	1.6845	1.5755	1.4406	1.287	1.116	0.935	0.739
(6)	1.8973	1.8726	1.8070	1.7101	1.5897	1.4508	1.297	1.131	0.955
(7)	2.0104	1.9891	1.9316	1.8462	1.7386	1.6142	1.475	1.327	1.165
(8)	2.1189	2.1002	2.0494	1.9729	1.8760	1.7631	1.637	1.500	1.354
(9)	2.2086	2.1916	2.1454	2.0752	1.9860	1.8812	1.765	1.637	1.500
(10)	2.2575	2.2415	2.1973	2.1300	2.0444	1.9436	1.831	1.708	1.577
(11)	2.2447	2.2282	2.1832	2.1148	2.0278	1.9256	1.811	1.686	1.552
(12)	2.1629	2.1448	2.0956	2.0213	1.9273	1.8172	1.695	1.561	1.419
(13)	2.0286	2.0074	1.9504	1.8652	1.7588	1.6349	1.497	1.348	1.190
(14)	1.8740	1.8482	1.7807	1.6811	1.5578	1.416	1.259	1.088	0.909
(15)	1.7321	1.7011	1.6214	1.5059	1.3642	1.202	1.023	0.832	0.630

§ 4.

Setzt man nun:

$$Y^c_{i.z} = \beta^{(n)}_{i.z} \cos i(F_z - \varepsilon_z); \quad Y^s_{i.z} = \beta^{(n)}_{i.z} \sin i(F_z - \varepsilon_z) \tag{21}$$

wo der Index z die verschiedenen sechzehn Werthe von ε angiebt, so geht der Ausdruck (9) in den folgenden über:

$$\frac{1}{\{D - f\cos(F-\varepsilon')\}^{\frac{n}{2}}} = Y^c_{0.z} + 2\sum_{i=1} Y^c_{i.z} \cos i(\varepsilon' - \varepsilon) + 2\sum_{i=1} Y^s_{i.z} \sin i(\varepsilon' - \varepsilon) \tag{22}$$

Lassen wir die Indices x und i weg und nehmen allgemein an:

$$(23) \qquad Y = \frac{1}{2} c_0 + \sum_{\nu=1} c_\nu \,.\, \cos \nu\varepsilon + \sum_{\nu=1} s_\nu \sin \nu\varepsilon$$

so giebt die mechanische Quadratur die Werthe von c_ν und s_ν nach dem Formelsysteme [H. I § 65, 2)], welches einer Theilung des Kreises in 16 gleiche Theile entspricht.

Eine Controlle der Rechnung findet man darin, dass die Coefficienten c_7 und s_7 (c_8) klein sein sollen. Ich habe ausserdem die von HANSEN § 65 angegebene Methode angewandt, welche darin besteht, mittelst der erhaltenen trigonometrischen Reihen die Coefficienten Y für ein Paar ε zu berechnen. Ich habe diese Controlle für die drei Werthe $\varepsilon = 0°$, $22°.5$, $45°$ durchgeführt und eine vollständige Uebereinstimmung gefunden.

A. $n = 1$

1. Coefficienten mit $\cos i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

$i =$	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
0	+ 225″.85897	— 1″.88124	— 1″.85823	— 0″.37871	+ 0″.21949	+ 0″.03743	+ 0″.01364
1	— 20 .33193	+ 3 .74520	— 1 .66528	— 0 .00027	— 0 .19153	— 0 .01860	+ 0 .01355
2	— 19 .41814	+ 0 .77656	+ 3 .45320	+ 0 .37038	— 0 .25686	— 0 .03507	— 0 .03385
3	+ 9 .22828	— 2 .19283	— 0 .50837	+ 0 .07938	+ 0 .34479	+ 0 .04459	— 0 .02441
4	+ 1 .16994	+ 0 .60638	— 1 .16915	— 0 .30459	+ 0 .05958	+ 0 .02321	+ 0 .04343
5	— 2 .39329	+ 0 .54319	+ 0 .62438	+ 0 .05697	— 0 .23715	— 0 .04478	+ 0 .01105
6	+ 0 .48772	— 0 .41300	+ 0 .16536	+ 0 .13777	+ 0 .07042	— 0 .00102	— 0 .03677
7	+ 0 .41122	— 0 .02211	— 0 .26646	— 0 .08071	+ 0 .08101	+ 0 .02889	+ 0 .00680
8	— 0 .25039	+ 0 .13959	+ 0 .04460	— 0 .02814	— 0 .06359	— 0 .01090	+ 0 .01870
9	— 0 .02030	— 0 .04422	+ 0 .06769	+ 0 .04407	— 0 .00734	— 0 .01081	— 0 .01119
10	+ 0 .06906	— 0 .02694	— 0 .03835	— 0 .00610	+ 0 .02768	+ 0 .00971	— 0 .00473
11	— 0 .01732	+ 0 .02318	— 0 .00696	— 0 .01428	— 0 .00811	+ 0 .00107	+ 0 .00714
12	— 0 .01195	— 0 .00018	+ 0 .01418	+ 0 .00771	— 0 .00697	— 0 .00474	— 0 .00076

$i =$	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
0	+ 0″.00047	— 0″.00419	— 0″.00053	+ 0″.00017	+ 0″.00004	+ 0″.00003	— 0″.00002	— 0″.00001
1	+ 0 .00163	+ 0 .00116	+ 0 .00007	— 0 .00024	— 0 .00003	+ 0 .00001	0 .00000	0 .00000
2	— 0 .00192	+ 0 .00486	+ 0 .00061	+ 0 .00001	— 0 .00002	— 0 .00007	— 0 .00001	+ 0 .00001
3	— 0 .00451	— 0 .00424	— 0 .00031	+ 0 .00066	+ 0 .00009	+ 0 .00001	0 .00000	— 0 .00001
4	+ 0 .00504	— 0 .00518	— 0 .00081	— 0 .00042	— 0 .00001	+ 0 .00012	+ 0 .00001	+ 0 .00001
5	+ 0 .00408	+ 0 .00633	+ 0 .00068	— 0 .00087	— 0 .00013	— 0 .00007	— 0 .00001	+ 0 .00002
6	— 0 .00626	+ 0 .00276	+ 0 .00077	+ 0 .00081	+ 0 .00007	— 0 .00014	— 0 .00002	0 .00000
7	— 0 .00120	— 0 .00608	— 0 .00094	+ 0 .00059	+ 0 .00014	+ 0 .00012	+ 0 .00002	— 0 .00004
8	+ 0 .00504	+ 0 .00023	— 0 .00038	— 0 .00096	— 0 .00012	+ 0 .00011	+ 0 .00001	+ 0 .00002
9	— 0 .00115	+ 0 .00389	+ 0 .00086	— 0 .00012	— 0 .00009	— 0 .00014	— 0 .00001	+ 0 .00003
10	— 0 .00261	— 0 .00166	— 0 .00007	+ 0 .00072	+ 0 .00014	— 0 .00005	— 0 .00001	— 0 .00002
11	+ 0 .00172	— 0 .00154	— 0 .00055	— 0 .00020	0 .00000	+ 0 .00013	+ 0 .00002	— 0 .00002
12	+ 0 .00071	+ 0 .00150	+ 0 .00028	— 0 .00038	— 0 .00013	— 0 .00001	0 .00000	+ 0 .00004

2. Coefficienten mit sin $i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

i	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
1	+ 58″.42849	— 2″.61512	— 4″.26333	— 0″.38388	+ 0″.20088	+ 0″.03737	+ 0″.01970
2	— 15 .36788	+ 3 .33725	— 0 .30178	— 0 .10626	— 0 .29596	— 0 .03742	+ 0 .02162
3	— 5 .87673	— 0 .27463	+ 2 .19202	+ 0 .35888	— 0 .17710	— 0 .03118	— 0 .04031
4	+ 4 .92448	— 1 .19632	— 0 .71993	+ 0 .00347	+ 0 .31467	+ 0 .04691	— 0 .02028
5	— 0 .24013	+ 0 .57027	— 0 .51636	— 0 .22150	— 0 .02850	+ 0 .01198	+ 0 .04234
6	— 1 .05619	+ 0 .18588	+ 0 .43792	+ 0 .08283	— 0 .15128	— 0 .03823	+ 0 .00088
7	+ 0 .39436	— 0 .25582	+ 0 .00802	+ 0 .07162	+ 0 .07654	+ 0 .00695	— 0 .02808
8	+ 0 .12890	+ 0 .03557	— 0 .14347	— 0 .06411	+ 0 .03383	+ 0 .01915	+ 0 .01066
9	— 0 .13875	+ 0 .06690	+ 0 .04969	— 0 .00427	— 0 .04481	— 0 .01134	+ 0 .01064
10	+ 0 .01284	— 0 .03524	+ 0 .02656	+ 0 .02675	+ 0 .00463	— 0 .00479	— 0 .00960
11	+ 0 .03084	— 0 .00768	— 0 .02482	— 0 .00870	+ 0 .01505	+ 0 .00721	— 0 .00109
12	— 0 .01331	+ 0 .01341	+ 0 .00083	— 0 .00647	— 0 .00754	— 0 .00079	+ 0 .00473

i	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
1	+ 0″.00084	— 0″.00436	— 0″.00054	+ 0″.00012	+ 0″.00003	+ 0″.00005	0″.00000	— 0″.00001
2	+ 0 .00322	+ 0 .00254	+ 0 .00017	— 0 .00047	— 0 .00006	0 .00000	+ 0 .00001	+ 0 .00001
3	— 0 .00360	+ 0 .00540	+ 0 .00072	+ 0 .00019	— 0 .00001	— 0 .00009	0 .00000	0 .00000
4	— 0 .00475	— 0 .00557	— 0 .00049	+ 0 .00081	+ 0 .00011	+ 0 .00002	0 .00000	— 0 .00001
5	+ 0 .00596	— 0 .00422	— 0 .00093	— 0 .00056	— 0 .00004	+ 0 .00014	+ 0 .00009	+ 0 .00008
6	+ 0 .00275	+ 0 .00652	+ 0 .00084	— 0 .00077	— 0 .00014	— 0 .00009	— 0 .00001	+ 0 .00002
7	— 0 .00592	+ 0 .00116	+ 0 .00059	+ 0 .00093	+ 0 .00010	— 0 .00013	0 .00000	— 0 .00001
8	+ 0 .00018	— 0 .00514	— 0 .00097	+ 0 .00036	+ 0 .00013	+ 0 .00013	+ 0 .00001	— 0 .00005
9	+ 0 .00384	+ 0 .00119	— 0 .00012	— 0 .00086	— 0 .00013	+ 0 .00007	0 .00000	+ 0 .00003
10	— 0 .00164	+ 0 .00263	+ 0 .00073	+ 0 .00007	— 0 .00005	— 0 .00014	— 0 .00001	+ 0 .00002
11	— 0 .00153	— 0 .00173	— 0 .00019	+ 0 .00055	+ 0 .00014	— 0 .00001	— 0 .00002	— 0 .00002
12	+ 0 .00150	— 0 .00071	— 0 .00037	— 0 .00027	— 0 .00001	+ 0 .00010	+ 0 .00003	— 0 .00001

B. $n = 3$.

1. Coefficienten mit cos $i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

i	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
0	+ 436″.56503	— 33″.57689	— 32″.70798	— 4″.02143	+ 5″.21598	+ 1″.03667	+ 0″.19207
1	— 102 .43991	+ 24 .06481	— 2 .78380	— 0 .78557	— 2 .24472	— 0 .34569	+ 0 .27980
2	— 155 .88818	+ 13 .70987	+ 34 .86735	+ 4 .85964	— 4 .69400	— 0 .93094	— 0 .47271
3	+ 101 .38929	— 28 .11244	— 10 .16684	+ 1 .08194	+ 5 .63046	+ 0 .89169	— 0 .55287
4	+ 16 .49477	+ 7 .50103	— 16 .73476	— 5 .27809	+ 1 .25201	+ 0 .59676	+ 0 .87253
5	— 40 .71685	+ 10 .67320	+ 12 .13096	+ 1 .22367	— 4 .94311	— 1 .08795	+ 0 .28886
6	+ 9 .71484	— 8 .39234	+ 2 .80997	+ 3 .06584	+ 1 .60955	— 0 .03792	— 0 .93064
7	+ 9 .55758	— 0 .88619	— 6 .38348	— 2 .06476	+ 2 .10943	+ 0 .82737	+ 0 .18169
8	— 6 .5646	+ 3 .7814	+ 1 .4069	— 0 .7636	— 1 .8150	— 0 .3382	+ 0 .5692
9	— 0 .6214	— 1 .2177	+ 1 .9468	+ 1 .3603	— 0 .2340	— 0 .3611	— 0 .3688
10	+ 2 .2589	— 0 .9285	— 1 .2956	— 0 .2154	+ 0 .9465	+ 0 .3518	— 0 .1683
11	— 0 .614	+ 0 .814	— 0 .215	— 0 .519	— 0 .298	+ 0 .041	+ 0 .274
12	— 0 .473	+ 0 .012	+ 0 .550	+ 0 .307	— 0 .278	— 0 .197	— 0 .032

i	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
0	— 0″.02853	— 0″.14426	— 0″.01879	+ 0″.01187	+ 0″.00259	+ 0″.00188	+ 0″.00017	— 0″.00054
1	+ 0 .05598	+ 0 .02621	+ 0 .00093	— 0 .00914	— 0 .00129	+ 0 .00041	+ 0 .00010	+ 0 .00018
2	— 0 .01428	+ 0 .15812	+ 0 .02278	— 0 .00665	— 0 .00215	— 0 .00280	— 0 .00031	+ 0 .00051
3	— 0 .13717	— 0 .09914	— 0 .00679	+ 0 .02509	+ 0 .00391	— 0 .00044	— 0 .00022	— 0 .00056
4	+ 0 .11082	— 0 .15597	— 0 .02994	— 0 .00775	+ 0 .00051	+ 0 .00486	+ 0 .00067	— 0 .00040
5	+ 0 .12921	+ 0 .17256	+ 0 .01985	— 0 .03202	— 0 .00607	— 0 .00125	+ 0 .00006	+ 0 .00108
6	— 0 .17912	+ 0 .09022	+ 0 .02846	+ 0 .02524	+ 0 .00228	— 0 .00617	— 0 .00092	+ 0 .00001
7	— 0 .04543	— 0 .19231	— 0 .03257	+ 0 .02375	+ 0 .00636	+ 0 .00429	+ 0 .00051	— 0 .00158
8	+ 0 .1700	+ 0 .0052	— 0 .0144	— 0 .0344	— 0 .0050	+ 0 .0048	+ 0 .0004	+ 0 .0009
9	— 0 .0395	+ 0 .1413	+ 0 .0341	— 0 .0062	— 0 .0039	— 0 .0062	— 0 .0009	+ 0 .0014
10	— 0 .1011	— 0 .0639	— 0 .0025	+ 0 .0305	+ 0 .0064	— 0 .0023	— 0 .0009	— 0 .0013
11	+ 0 .070	— 0 .063	— 0 .024	— 0 .009	0 .000	+ 0 .007	+ 0 .002	— 0 .001
12	+ 0 .031	+ 0 .066	+ 0 .012	— 0 .018	— 0 .006	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .001

2. Coefficienten mit sin $i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

$i =$	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
1	+ 294″.71942	— 28″.98132	— 37″.05673	— 4″.23486	+ 5″.08234	+ 1″.01155	+ 0″.27337
2	— 123 .17565	+ 32 .15317	+ 3 .62436	— 1 .47686	— 4 .27646	— 0 .66014	+ 0 .47504
3	— 64 .75067	+ 0 .03457	+ 26 .64054	+ 5 .42150	— 3 .25586	— 0 .80085	— 0 .68823
4	+ 68 .85203	— 19 .26064	— 12 .92282	— 0 .06435	+ 5 .81119	+ 1 .04279	— 0 .48430
5	— 3 .98012	+ 9 .54727	— 8 .39143	— 4 .37264	— 0 .52275	+ 0 .32444	+ 0 .96547
6	— 21 .22162	+ 4 .48270	+ 9 .45106	+ 1 .92038	— 3 .53759	— 1 .00928	+ 0 .03949
7	+ 9 .09083	— 6 .06476	— 0 .20373	+ 1 .77432	+ 1 .97088	+ 0 .19667	— 0 .78179
8	+ 3 .4204	+ 0 .7556	— 3 .7864	— 1 .8063	+ 0 .9746	+ 0 .5933	+ 0 .3213
9	— 4 .0833	+ 2 .0460	+ 1 .5787	— 0 .1150	— 1 .4046	— 0 .3820	+ 0 .3507
10	+ 0 .4046	— 1 .1113	+ 0 .8168	+ 0 .8989	+ 0 .1561	— 0 .1716	— 0 .3424
11	+ 1 .111	— 0 .306	— 0 .892	— 0 .323	+ 0 .558	+ 0 .280	— 0 .046
12	— 0 .518	+ 0 .517	+ 0 .051	— 0 .253	— 0 .300	— 0 .033	+ 0 .194

$i =$	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
1	— 0″.01752	— 0″.14854	— 0″.01985	+ 0″.01054	+ 0″.00249	+ 0″.00210	+ 0″.00020	— 0″.00051
2	+ 0 .10468	+ 0 .05885	+ 0 .00294	— 0 .01774	— 0 .00261	+ 0 .00062	+ 0 .00018	+ 0 .00037
3	— 0 .06122	+ 0 .16395	+ 0 .02662	— 0 .00038	— 0 .00149	— 0 .00379	— 0 .00047	+ 0 .00047
4	— 0 .14557	— 0 .13954	— 0 .01267	+ 0 .03022	+ 0 .00511	+ 0 .00021	— 0 .00016	— 0 .00082
5	+ 0 .15275	— 0 .13072	— 0 .03088	— 0 .01678	— 0 .00079	+ 0 .00574	+ 0 .00087	— 0 .00024
6	+ 0 .09284	+ 0 .19168	+ 0 .02700	— 0 .02967	— 0 .00652	— 0 .00269	— 0 .00018	+ 0 .00138
7	— 0 .18495	+ 0 .04168	+ 0 .02261	+ 0 .03147	+ 0 .00384	— 0 .00586	— 0 .00088	— 0 .00043
8	+ 0 .0019	— 0 .1749	— 0 .0355	+ 0 .0149	+ 0 .0053	+ 0 .0054	+ 0 .0002	— 0 .0020
9	+ 0 .1391	+ 0 .0418	— 0 .0054	— 0 .0337	— 0 .0060	+ 0 .0034	+ 0 .0006	+ 0 .0011
10	— 0 .0623	+ 0 .1019	+ 0 .0304	+ 0 .0022	— 0 .0023	— 0 .0063	— 0 .0011	+ 0 .0010
11	— 0 .063	— 0 .072	— 0 .009	+ 0 .030	+ 0 .007	0 .000	0 .000	— 0 .008
12	+ 0 .065	— 0 .031	— 0 .018	— 0 .012	— 0 .001	+ 0 .005	+ 0 .001	0 .000

C. $n = 5$

1. Coefficienten mit cos $i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

$i =$	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
0	+ 1356″.900	— 234″.889	— 232″.343	— 25″.560	+ 56″.284	+ 12″.424	+ 0″.277
1	— 396 .784	+ 121 .922	+ 21 .937	— 7 .691	— 19 .771	— 3 .338	+ 3 .045
2	— 747 .221	+ 115 .714	+ 215 .074	+ 35 .171	— 45 .693	— 11 .190	— 3 .046
3	+ 581 .987	— 191 .675	— 94 .228	+ 7 .976	+ 50 .037	+ 9 .215	— 6 .283
4	+ 112 .334	+ 41 .677	— 115 .546	— 43 .969	+ 12 .616	+ 7 .114	+ 8 .308
5	— 315 .463	+ 96 .244	+ 108 .450	+ 11 .792	— 48 .367	— 12 .245	+ 3 .592
6	+ 84 .435	— 74 .477	+ 19 .087	+ 29 .865	+ 16 .505	— 0 .564	— 10 .417
7	+ 94 .264	— 13 .024	— 64 .984	— 22 .372	+ 23 .665	+ 10 .203	+ 2 .002
8	— 71 .150	+ 42 .406	+ 18 .222	— 8 .531	— 21 .678	— 4 .404	+ 7 .246

$i =$	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
0	— 0″.848	— 2″.038	— 0″.276	+ 0″.267	+ 0″.062	+ 0″.022	+ 0″.001	— 0″.017
1	+ 0 .787	+ 0 .291	— 0 .004	— 0 .147	— 0 .023	+ 0 .013	+ 0 .004	+ 0 .005
2	+ 0 .270	+ 2 .159	+ 0 .342	— 0 .190	— 0 .053	— 0 .039	+ 0 .002	+ 0 .018
3	— 1 .901	— 1 .122	— 0 .061	+ 0 .405	+ 0 .068	— 0 .025	— 0 .011	— 0 .016
4	+ 1 .078	— 2 .098	— 0 .456	— 0 .038	+ 0 .025	+ 0 .076	+ 0 .009	— 0 .012
5	+ 1 .854	+ 2 .121	+ 0 .253	— 0 .518	— 0 .102	— 0 .005	+ 0 .008	+ 0 .028
6	— 2 .237	+ 1 .282	+ 0 .446	+ 0 .329	+ 0 .023	— 0 .109	— 0 .021	+ 0 .001
7	— 0 .747	— 2 .597	— 0 .475	+ 0 .402	+ 0 .110	+ 0 .053	0 .000	— 0 .028
8	+ 2 .402	+ 0 .028	— 0 .246	— 0 .530	— 0 .083	+ 0 .112	+ 0 .024	+ 0 .014

2. Coefficienten mit sin $i(\varepsilon' - \varepsilon)$ multiplicirt.

$i =$	c_0	c_1	s_1	c_2	s_2	c_3	s_3
1	+ 1143″.936	— 201″.168	— 232″.858	— 28″.275	+ 53″.776	+ 12″.127	+ 1″.028
2	— 588 .872	+ 189 .191	+ 58 .859	— 11 .472	— 37 .613	— 6 .482	+ 5 .319
3	— 373 .279	+ 23 .921	+ 172 .251	+ 41 .988	— 31 .039	— 9 .569	— 5 .714
4	+ 463 .453	— 151 .188	— 111 .939	— 1 .287	+ 53 .683	+ 11 .257	— 5 .655
5	— 29 .744	+ 72 .150	— 60 .883	— 39 .381	— 4 .549	+ 3 .953	+ 10 .054
6	— 186 .527	+ 47 .223	+ 89 .804	+ 19 .431	— 36 .988	— 11 .851	+ 0 .766
7	+ 88 .753	— 60 .974	— 6 .567	+ 18 .617	+ 21 .898	+ 2 .408	— 9 .340
8	+ 37 .592	+ 5 .928	— 41 .259	— 21 .020	+ 11 .737	+ 7 .677	+ 3 .994

$i =$	c_4	s_4	c_5	s_5	c_6	s_6	c_7	s_7
1	— 0″.697	— 2″.079	— 0″.301	+ 0″.244	+ 0″.053	+ 0″.028	+ 0″.006	— 0″.014
2	+ 1 .455	+ 0 .657	+ 0 .008	— 0 .281	— 0 .046	+ 0 .019	+ 0 .007	+ 0 .011
3	— 0 .360	+ 2 .203	+ 0 .405	— 0 .092	— 0 .038	— 0 .057	— 0 .005	+ 0 .013
4	— 2 .037	— 1 .636	— 0 .135	+ 0 .479	+ 0 .087	— 0 .013	— 0 .014	— 0 .029
5	+ 1 .747	— 1 .793	— 0 .475	— 0 .186	+ 0 .003	+ 0 .099	+ 0 .016	— 0 .003
6	+ 1 .389	+ 2 .468	+ 0 .367	— 0 .480	— 0 .117	— 0 .028	+ 0 .001	+ 0 .030
7	— 2 .475	+ 0 .642	+ 0 .362	+ 0 .456	+ 0 .049	— 0 .114	— 0 .020	— 0 .015
8	— 0 .062	— 2 .458	— 0 .531	+ 0 .276	+ 0 .098	+ 0 .083	+ 0 .014	— 0 .021

Führt man die für $Y^c_{i.x}$ und $Y^s_{i.x}$ so erhaltenen Reihen in (22) ein, so erhält man nach einer einfachen Rechnung eine Reihe nach $\overset{\cos}{\sin}(i\varepsilon - i'\varepsilon')$ statt derjenigen in (22). Werden ferner die Multiplicationen mit cos $2\varepsilon'$ in (8) ausgeführt und die entsprechenden Glieder hinzugefügt, so gelangt man zum Ausdrucke [H. I (137)]:

$$\mu a^{n-1} \cdot \left(\frac{a}{\Delta}\right)^n = \frac{1}{2}(0.0.c) + \sum\sum (i.i'.c) \cos (i\varepsilon - i'\varepsilon') + \sum\sum (i.i'.s) \sin (i\varepsilon - i'\varepsilon') \quad (24)$$

$i\varepsilon - i'\varepsilon'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu a^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
0.0	+ 225″.85359 [1])		+ 436″.43653 [1])	
1.0	— 1 .88380	— 1″.83817	— 33 .61250	— 32″ 34266
2.0	— 0 .33282	+ 0 .18316	— 3 .36141	+ 4 .69290
3.0	+ 0 .0323	+ 0 .0128	+ 0 .8821	+ 0 .1694
4.0	+ 0 .0003	— 0 .0032	— 0 .0263	— 0 .1140
5.0	— 0 .0004	+ 0 .0001	— 0 .0136	+ 0 .0088
6.0			+ 0 .0018	+ 0 .0013
7.0			+ 0 .0002	— 0 .0003
— 6 — 1			+ 0 .0004	— 0 .0003
— 5 — 1	— 0 .0001	0 .0000	— 0 .0022	— 0 .0020
— 4 — 1	— 0 .0001	+ 0 .0006	— 0 .0075	+ 0 .0209
— 3 — 1	+ 0 .0047	— 0 .0014	+ 0 .1637	— 0 .0013
— 2 — 1	— 0 .0345	— 0 .0431	— 0 .5212	— 1 .0937
— 1 — 1	— 0 .1710	+ 0 .4886	— 5 .5140	+ 5 .4684

[1]) 2 mal zu gross.

$i\varepsilon - i'\varepsilon'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu\alpha^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
0 — 1	+ 7″.9899	+ 4″.2894	+ 60″.7951	+ 31″.9093
1 — 1	— 20 .3315	— 58 .4233	— 102 .4201	— 294 .5957
2 — 1	— 0 .5018	+ 0 .9464	— 12 .6667	+ 26 .1220
3 — 1	+ 0 .1707	+ 0 .1733	+ 3 .7804	+ 1 .6609
4 — 1	+ 0 .0015	— 0 .0208	— 0 .0549	— 0 .6271
5 — 1	— 0 .0021	+ 0 .0002	— 0 .0722	+ 0 .0365
6 — 1	+ 0 .0001	+ 0 .0002	+ 0 .0083	+ 0 .0078
7 — 1			+ 0 .0005	— 0 .0014
8 — 1			— 0 .0004	0 .0000
— 5 — 2			— 0 .0004	— 0 .0005
— 4 — 2	0 .0000	+ 0 .0001	— 0 .0020	+ 0 .0036
— 3 — 2	+ 0 .0008	— 0 .0001	+ 0 .0295	+ 0 .0039
— 2 — 2	— 0 .0033	— 0 .0065	— 0 .0506	— 0 .2130
— 1 — 2	— 0 .0468	+ 0 .0617	— 1 .1978	+ 0 .9276
0 — 2	+ 0 .53779	+ 0 .36303	+ 7 .93580	+ 6 .16720
1 — 2	+ 1 .08792	— 6 .78025	+ 10 .28161	— 66 .79812
2 — 2	— 19 .41369	+ 15 .36670	— 155 .77941	+ 123 .13597
3 — 2	+ 0 .4685	+ 0 .1052	+ 17 .1876	+ 2 .4785
4 — 2	+ 0 .0695	— 0 .1303	+ 0 .4848	— 2 .8062
5 — 2	— 0 .0119	+ 0 .0029	— 0 .3936	+ 0 .1557
6 — 2	+ 0 .0004	+ 0 .0012	+ 0 .0360	+ 0 .0411
7 — 2	+ 0 .0001	— 0 .0001	+ 0 .0037	— 0 .0070
8 — 2			— 0 .0010	— 0 .0001
9 — 2			+ 0 .0001	+ 0 .0002
— 4 — 3			— 0 .0005	+ 0 .0006
— 3 — 3	+ 0 .0001	0 .0000	+ 0 .0051	+ 0 .0015
— 2 — 3	— 0 .0003	— 0 .0010	— 0 .0026	— 0 .0383
— 1 — 3	— 0 .0082	+ 0 .0059	— 0 .2466	+ 0 .1179
0 — 3	+ 0 .06690	+ 0 .04622	+ 1 .26632	+ 1 .19462
1 — 3	+ 0 .28656	— 0 .61684	+ 4 .68487	— 10 .03863
2 — 3	— 4 .38042	+ 0 .77547	— 54 .63535	+ 9 .94197
3 — 3	+ 9 .2265	+ 5 .8734	+ 101 .3342	+ 64 .6657
4 — 3	— 0 .0064	— 0 .2271	— 1 .6086	— 10 .0339
5 — 3	— 0 .0857	— 0 .0153	— 1 .8942	+ 0 .1819
6 — 3	+ 0 .0036	+ 0 .0060	+ 0 .1721	+ 0 .2158
7 — 3	+ 0 .0007	— 0 .0004	+ 0 .0204	— 0 .0299
8 — 3	— 0 .0001	— 0 .0001	— 0 .0052	— 0 .0012
9 — 3			+ 0 .0001	+ 0 .0008
10 — 3			+ 0 .0003	— 0 .0001
— 3 — 4			+ 0 .0010	+ 0 .0004
— 2 — 4			+ 0 .0006	— 0 .0068
— 1 — 4	— 0 .0012	+ 0 .0006	— 0 .0456	+ 0 .0120
0 — 4	+ 0 .0079	+ 0 .0081	+ 0 .1861	+ 0 .2508
1 — 4	+ 0 .0405	— 0 .0705	+ 1 .0300	— 1 .5577
2 — 4	— 0 .5733	— 0 .0993	— 10 .4255	— 1 .7052
3 — 4	+ 1 .3213	+ 2 .3641	+ 20 .2710	+ 35 .9529
4 — 4	+ 1 .1678	— 4 .9225	+ 16 .4379	— 68 .7901
5 — 4	— 0 .1081	+ 0 .0293	— 5 .2716	+ 2 .5814

$i\varepsilon - i'\varepsilon'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu\alpha^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
6 — 4	+ 0″.0072	+ 0″.0499	+ 0″.4577	+ 1″.1511
7 — 4	+ 0 .0026	— 0 .0030	+ 0 .0989	— 0 .1453
8 — 4	— 0 .0003	— 0 .0003	— 0 .0224	— 0 .0078
9 — 4	0 .0000	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0036
10 — 4			+ 0 .0005	— 0 .0001
11 — 4			— 0 .0001	— 0 .0002
— 2 — 5			+ 0 .0003	— 0 .0013
— 1 — 5	— 0 .0002	0 .0000	— 0 .0082	+ 0 .0007
0 — 5	+ 0 .0007	+ 0 .0014	+ 0 .0234	+ 0 .0489
1 — 5	+ 0 .00702	— 0 .00904	+ 0 .22529	— 0 .24397
2 — 5	— 0 .07099	— 0 .02600	— 1 .73131	— 0 .67472
3 — 5	+ 0 .05566	+ 0 .43948	+ 1 .23384	+ 8 .98173
4 — 5	+ 1 .0595	— 1 .1916	+ 19 .0645	— 21 .5700
5 — 5	— 2 .3915	+ 0 .2412	— 40 .6575	+ 4 .0103
6 — 5	+ 0 .0269	+ 0 .0504	+ 2 .2844	+ 2 .4696
7 — 5	+ 0 .0257	— 0 .0130	+ 0 .6174	— 0 .4914
8 — 5	— 0 .0021	— 0 .0008	— 0 .1051	— 0 .0321
9 — 5	— 0 .0001	+ 0 .0003	— 0 .0011	+ 0 .0153
10 — 5	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0023	— 0 .0007
11 — 5			0 .0002	— 0 .0001
12 — 5			— 0 .0002	+ 0 .0002
— 1 — 6			— 0 .0015	0 .0000
0 — 6	+ 0 .0001	+ 0 .0002	+ 0 .0026	+ 0 .0090
1 — 6	+ 0 .0012	— 0 .0011	+ 0 .0468	— 0 .0349
2 — 6	— 0 .0095	— 0 .0051	— 0 .2844	— 0 .1729
3 — 6	— 0 .0079	+ 0 .0644	— 0 .2126	+ 1 .7035
4 — 6	+ 0 .2842	— 0 .1330	+ 6 .4999	— 3 .1207
5 — 6	— 0 .8491	— 0 .3517	— 17 .7739	— 7 .3110
6 — 6	+ 0 .4881	+ 1 .0547	+ 9 .7241	+ 21 .1716
7 — 6	+ 0 .0226	— 0 .0198	+ 0 .9835	— 1 .6488
8 — 6	— 0 .0115	— 0 .0114	— 0 .4085	— 0 .2775
9 — 6	— 0 .0001	+ 0 .0013	+ 0 .0006	+ 0 .0677
10 — 6	+ 0 .0002	0 .0000	+ 0 .0098	— 0 .0020
11 — 6			— 0 .0006	— 0 .0014
12 — 6			— 0 .0004	+ 0 .0003
13 — 6			+ 0 .0005	+ 0 .0002
0 — 7			+ 0 .0005	+ 0 .0016
1 — 7	+ 0 .0002	— 0 .0001	+ 0 .0090	— 0 .0047
2 — 7	— 0 .0013	— 0 .0010	— 0 .0443	— 0 .0397
3 — 7	— 0 .0029	+ 0 .0092	— 0 .1015	+ 0 .2998
4 — 7	+ 0 .0514	— 0 .0074	+ 1 .4704	— 0 .2190
5 — 7	— 0 .1453	— 0 .1537	— 3 .7571	— 3 .9101
6 — 7	— 0 .0306	+ 0 .5213	— 0 .7138	+ 12 .4162
7 — 7	+ 0 .4102	— 0 .3943	+ 9 .5511	— 9 .0829
8 — 7	— 0 .0132	— 0 .0094	— 1 .0879	— 0 .3184
9 — 7	— 0 .0040	+ 0 .0082	— 0 .0940	+ 0 .3348
10 — 7	+ 0 .0007	— 0 .0002	+ 0 .0455	— 0 .0150
11 — 7	0 .0000	— 0 .0002	— 0 .0037	— 0 .0074

$i\varepsilon - i'\varepsilon'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu a^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
12 — 7			— 0″.0011	+ 0″.0011
13 — 7			+ 0 .0005	+ 0 .0005
14 — 7			+ 0 .0001	— 0 .0007
1 — 8			+ 0 .0016	— 0 .0005
2 — 8	— 0″.0002	— 0″.0001	— 0 .0062	— 0 .0077
3 — 8	— 0 .0007	+ 0 .0013	— 0 .0281	+ 0 .0502
4 — 8	+ 0 .0082	+ 0 .0006	+ 0 .2859	+ 0 .0246
5 — 8	— 0 .0164	— 0 .0358	— 0 .5144	— 1 .1040
6 — 8	— 0 .0648	+ 0 .1214	— 1 .8127	+ 3 .4567
7 — 8	+ 0 .2826	— 0 .0798	+ 7 .5543	— 2 .1377
8 — 8	— 0 .2501	— 0 .1283	— 6 .5583	— 3 .4178
9 — 8	— 0 .0034	+ 0 .0083	— 0 .0052	+ 0 .6500
10 — 8	+ 0 .0050	+ 0 .0006	+ 0 .2108	— 0 .0086
11 — 8	— 0 .0002	— 0 .0004	— 0 .0169	— 0 .0241
12 — 8	— 0 .0001	+ 0 .0001	— 0 .0049	+ 0 .0033
13 — 8			+ 0 .0005	+ 0 .0011
14 — 8			+ 0 .0004	— 0 .0005
15 — 8			— 0 .0016	+ 0 .0007
2 — 9			— 0 .0012	— 0 .0013
3 — 9	— 0 .0002	+ 0 .0003	— 0 .0061	+ 0 .0077
4 — 9	+ 0 .0012	+ 0 .0003	+ 0 .0505	+ 0 .0155
5 — 9	— 0 .0011	— 0 .0065	— 0 .0422	— 0 .2431
6 — 9	— 0 .0213	+ 0 .0189	— 0 .7061	+ 0 .6396
7 — 9	+ 0 .0860	+ 0 .0142	+ 2 .6817	+ 0 .4274
8 — 9	— 0 .0936	— 0 .1343	— 2 .7791	— 3 .9893
9 — 9	— 0 .0199	+ 0 .1385	— 0 .6210	+ 4 .0788
10 — 9	+ 0 .0050	+ 0 .0006	+ 0 .3602	— 0 .0988
11 — 9	— 0 .0005	— 0 .0028	— 0 .0442	— 0 .1189
12 — 9	— 0 .0002	+ 0 .0002	— 0 .0104	+ 0 .0132
13 — 9			+ 0 .0023	+ 0 .0022
14 — 9			+ 0 .0004	— 0 .0008
15 — 9			— 0 .0005	— 0 .0002
16 — 9			+ 0 .0002	+ 0 .0008
3 — 10			— 0 .0014	+ 0 .0015
4 — 10	+ 0 .0002	+ 0 .0001	+ 0 .0084	+ 0 .0046
5 — 10	+ 0 .0001	— 0 .0011	+ 0 .0027	— 0 .0477
6 — 10	— 0 .0047	+ 0 .0022	— 0 .1851	+ 0 .0885
7 — 10	+ 0 .0171	+ 0 .0101	+ 0 .6203	+ 0 .3612
8 — 10	— 0 .0088	— 0 .0534	— 0 .3087	— 1 .8122
9 — 10	— 0 .0534	+ 0 .0733	— 1 .7463	+ 2 .3961
10 — 10	+ 0 .0688	— 0 .0130	+ 2 .2562	— 0 .4040
11 — 10	— 0 .0004	— 0 .0028	— 0 .1113	— 0 .1840
12 — 10	— 0 .0013	+ 0 .0007	— 0 .0594	+ 0 .0475
13 — 10	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0095	+ 0 .0033
14 — 10			+ 0 .0008	— 0 .0016
15 — 10			— 0 .0003	+ 0 .0001
16 — 10			+ 0 .0001	0 .0000
17 — 10			+ 0 .0001	— 0 .0002

$i\varepsilon - i'\varepsilon'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu a^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
4 — 11			+ 0″.010	+ 0″.001
5 — 11	0″.0000	— 0″.0003	0 .000	— 0 .014
6 — 11	— 0 .0009	+ 0 .0001	— 0 .054	+ 0 .018
7 — 11	+ 0 .0027	+ 0 .0030	+ 0 .142	+ 0 .126
8 — 11	+ 0 .0030	— 0 .0132	+ 0 .087	— 0 .553
9 — 11	— 0 .0291	+ 0 .0156	— 1 .077	+ 0 .621
10 — 11	+ 0 .0479	+ 0 .0146	+ 1 .706	+ 0 .521
11 — 11	— 0 .0173	— 0 .0308	— 0 .614	— 1 .111
12 — 11	— 0 .0016	+ 0 .0007	— 0 .078	+ 0 .090
13 — 11	+ 0 .0008	+ 0 .0006	+ 0 .039	+ 0 .025
14 — 11	0 .0000	— 0 .0001	— 0 .005	— 0 .006
15 — 11			— 0 .002	0 .000
16 — 11			+ 0 .006	0 .000
5 — 12			+ 0 .001	— 0 .002
6 — 12	— 0 .0002	0 .0000	— 0 .011	+ 0 .001
7 — 12	+ 0 .0004	+ 0 .0007	+ 0 .024	+ 0 .035
8 — 12	+ 0 .0015	— 0 .0024	+ 0 .061	— 0 .131
9 — 12	— 0 .0090	+ 0 .0009	— 0 .390	+ 0 .066
10 — 12	+ 0 .0146	+ 0 .0135	+ 0 .607	+ 0 .531
11 — 12	— 0 .0010	— 0 .0275	— 0 .039	— 1 .067
12 — 12	— 0 .0120	+ 0 .0133	— 0 .473	+ 0 .518
13 — 12	+ 0 .0007	+ 0 .0008	+ 0 .064	+ 0 .033
14 — 12	+ 0 .0002	— 0 .0005	+ 0 .007	— 0 .026
15 — 12			— 0 .003	+ 0 .001

§ 5.

Die so erhaltene Entwickelung soll nun in eine solche transformirt werden, wo die mittlere Anomalie des störenden Planeten g' statt ε' vorkommt. Setzt man (H. I § 69):

$$\mu a^{n-1}\left(\frac{a}{\Delta}\right)^n = \tfrac{1}{2}((0\,.\,0\,.\,c)) + \sum\sum ((i\,.\,(i'')\,.\,c)) \cos\,(i\varepsilon - (i')g') + \sum\sum ((i\,.\,(i'')\,.\,s)) \sin\,(i\varepsilon - (i')g') \tag{25}$$

so erhält man für die Berechnung der Coeff. in (25) aus denen in (24) die Formeln:

Für $(i'') = 0$:

$$\left.\begin{aligned} ((0\,.\,0\,.\,c)) &= (0\,.\,0\,.\,c) - e'\,(0\,.\,1\,.\,c) \\ ((i\,.\,0\,.\,c)) &= (i\,.\,0\,.\,c) - \tfrac{1}{2}e'\,[(i\,.\,1\,.\,c) + (-i\,.\,1\,.\,c)] \\ ((i\,.\,0\,.\,s)) &= (i\,.\,0\,.\,s) - \tfrac{1}{2}e'\,[(i\,.\,1\,.\,s) - (-i\,.\,1\,.\,s)] \end{aligned}\right| \tag{26a}$$

Für $(i'') \geq 1$:

$$26b) \quad \begin{cases} ((i\,.\,(i'')\,.\,c)) = \sum_{i'=1}^{\infty} \left\{ \frac{i'}{(i')}(i\,.\,i''\,.\,c)\,.\,I_{(i'')e'}^{(i'')-i'} - \frac{i'}{(i')}(-\,i\,.\,i''\,.\,c)\,.\,I_{(i'')e'}^{(i'')+i'} \right\} \\ ((i\,.\,(i'')\,.\,s)) = \sum_{i'=1}^{\infty} \left\{ \frac{i'}{(i')}(i\,.\,i''\,.\,s)\,.\,I_{(i'')e'}^{(i'')-i'} + \frac{i'}{(i')}(-\,i\,.\,i'\,.\,s)\,.\,I_{(i'')e'}^{(i'')+i'} \right\} \end{cases}$$

und für die Berechnung der darin vorkommenden BESSEL'schen Functionen (vergl. H. I, § 70):

$$(27) \quad \begin{cases} I_{2\lambda}^{i} = I_{2\lambda}^{0} \cdot p_1\, p_2\, p_3 \,\ldots\, p_i \\ p_i = \dfrac{1}{\dfrac{i}{\lambda} - p_{i+1}} \\ I_{2\lambda}^{0} = 1 - \dfrac{\lambda^2}{1^2} + \dfrac{\lambda^4}{1^2\,.\,2^2} - \dfrac{\lambda^6}{1^2\,.\,2^2\,.\,3^2} \pm \ldots \end{cases}$$

Die Berechnung der Coefficienten $((i\,.\,(i'')_s^c))$ wurde dadurch controllirt (H. I, § 82), dass in der Entwickelung (24) $\varepsilon = 0$ gesetzt wurde, und mit den für die verschiedenen Werthe von i'' so erhaltenen Summen dieselbe Rechnung wiederholt wurde. Die Uebereinstimmung mit den direct aus der Entwickelung (25) für jedes (i'') ermittelten Summen von $((i\,.\,(i'')\,.\,{}_s^c))$ bewies die Richtigkeit der Resultate. Die Glieder $i'' = 0$ und die von den übrigen, welche fünf Decimalen enthalten, wurden zweimal berechnet.

$$\log I_{2\lambda}^{i}; \quad 2\lambda = (i'')e'$$

(i'')	$\log (I_{2\lambda}^{0} - 1)$	$\log I_{2\lambda}^{1}$	$\log I_{2\lambda}^{2}$	$\log I_{2\lambda}^{3}$	$\log I_{2\lambda}^{4}$	$\log I_{2\lambda}^{5}$	$\log I_{2\lambda}^{6}$
1	6.76967n	8.384766	6.46867	4.3765			
2	7.37158n	8.685414	7.07048	5.2794	3.3633		
3	7.72345n	8.860865	7.42224	5.8073	4.0673		
4	7.97290n	8.984908	7.67152	6.1817	4.5668	2.8550	
5	8.16613n	9.080666	7.86457	6.4718	4.9538	3.3389	
6	8.32377n	9.158437	8.02199	6.7087	5.2700	3.7342	
7	8.45685n	9.223715	8.15477	6.9087	5.5371	4.0686	2.521
8	8.57186n	9.279781	8.26948	7.0817	5.7684	4.3580	2.868
9	8.67307n	9.328745	8.37033	7.2341	5.9721	4.6129	3.174
10	8.76339n	9.37204	8.46019	7.3700	6.1541	4.8408	3.448
11	8.84490n	9.41071	8.54118	7.4932	6.3188	5.0470	3.695
12	8.91893n	9.44554	8.61482	7.6049	6.4688	5.2350	3.921

$i\varepsilon - (i')g'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu a^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
0.0	+ 225″.46592 [1])		+ 433″.48672 [1])	
1.	— 1 .38641	— 0″.40895	— 30 .99400	— 25″.06304
2.	— 0 .31981	+ 0 .15916	— 3 .04147	+ 4 .03264
3.0	+ 0 .0280	+ 0 .0086	+ 0 .7864	+ 0 .1291
4.	+ 0 .0003	— 0 .0027	— 0 .0248	— 0 .0983
5.	— 0 .0003	+ 0 .0001	— 0 .0118	+ 0 .0079
6.0			+ 0 .0016	+ 0 .0011
7.			+ 0 .0002	— 0 .0003
— 6. — 1			+ 0 .0004	— 0 .0003
— 5.	— 0 .0001	0 .0000	— 0 .0022	— 0 .0020
— 4.	— 0 .0001	+ 0 .0006	— 0 .0074	+ 0 .0205
— 3. — 1	+ 0 .0046	— 0 .0014	+ 0 .1610	— 0 .0010
— 2.	— 0 .0341	— 0 .0425	— 0 .5139	— 1 .0745
- 1.	— 0 .1627	+ 0 .4681	— 5 .4228	+ 5 .3333
0. — 1	+ 7 .9569	+ 4 .2706	+ 60 .3576	+ 31 .6019
1.	— 20 .3718	— 58 .0604	— 102 .8528	— 291 .1895
2.	+ 0 .4363	+ 0 .2011	— 5 .1509	+ 20 .1423
3. — 1	+ 0 .1560	+ 0 .1733	+ 3 .0338	+ 1 .5967
4.	— 0 .0019	— 0 .0147	— 0 .0800	— 0 .4988
5.	— 0 .0016	+ 0 .0001	— 0 .0547	+ 0 .0291
6. — 1	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0068	+ 0 .0060
7.			+ 0 .0003	— 0 .0011
8.			— 0 .0004	0 .0000
— 5. — 2			— 0 .0004	— 0 .0005
— 4.	0 .0000	+ 0 .0001	— 0 .0022	+ 0 .0041
— 3.	+ 0 .0009	— 0 .0001	+ 0 .0331	+ 0 .0039
— 2. — 2	— 0 .0041	— 0 .0074	— 0 .0628	— 0 .2359
— 1.	— 0 .0501	+ 0 .0724	— 1 .3099	+ 1 .0465
0.	+ 0 .72518	+ 0 .46282	+ 9 .29810	+ 6 .83995
1. — 2	+ 0 .57196	— 8 .13533	+ 7 .43750	— 73 .05335
2.	— 19 .06308	+ 15 .29688	— 151 .77254	+ 122 .75252
3.	— 0 .1961	— 0 .3122	+ 9 .9199	— 2 .1037
4. — 2	+ 0 .0723	— 0 .1255	+ 0 .6371	— 2 .2462
5.	— 0 .0059	+ 0 .0040	— 0 .2673	+ 0 .1489
6.	+ 0 .0001	+ 0 .0009	+ 0 .0246	+ 0 .0281
7. — 2	+ 0 .0001	— 0 .0001	+ 0 .0024	— 0 .0051
8.			— 0 .0007	0 .0000
9.			+ 0 .0001	+ 0 .0001
— 4. — 3			— 0 .0006	+ 0 .0008
— 3.	+ 0 .0001	0 .0000	+ 0 .0066	+ 0 .0015
— 2.	— 0 .0005	— 0 .0013	— 0 .0055	— 0 .0487
— 1. — 3	— 0 .0105	+ 0 .0092	— 0 .3038	+ 0 .1657
0.	+ 0 .09883	+ 0 .06655	+ 1 .67929	+ 1 .49080
1.	+ 0 .31586	— 0 .98640	+ 4 .96867	— 13 .32794
2. — 3	— 5 .24198	+ 1 .52533	— 60 .89455	+ 16 .03328
3.	+ 9 .0730	+ 5 .6207	+ 99 .6767	+ 61 .0047
4.	— 0 .1113	+ 0 .2389	— 3 .0843	— 3 .5539

[1]) 2 mal zu gross.

$i\varepsilon - (i')g'$	$\mu\frac{a}{\Delta}$		$\mu\alpha^2\left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
5. — 3	— 0″.0857	— 0″.0168	— 1″.5700	— 0″.0428
6.	+ 0 .0030	+ 0 .0016	+ 0 .1375	+ 0 .1135
7.	+ 0 .0006	— 0 .0002	+ 0 .0135	— 0 .0179
8. — 3	— 0 .0001	— 0 .0001	— 0 .0034	— 0 .0006
9.			+ 0 .0001	+ 0 .0005
10.			+ 0 .0003	— 0 .0001
— 3. — 4			+ 0 .0014	+ 0 .0004
— 2.	0 .0000	— 0 .0001	+ 0 .0003	— 0 .0098
— 1.	— 0 .0019	+ 0 .0012	— 0 .0293	+ 0 .0228
0. — 4	+ 0 .0141	+ 0 .0123	+ 0 .2942	+ 0 .3448
1.	+ 0 .0618	— 0 .1316	+ 1 .3529	— 2 .4090
2.	— 0 .9223	— 0 .0030	— 14 .4443	— 0 .5987
3. — 4	+ 1 .9716	+ 2 .7150	+ 27 .2749	+ 39 .2327
4.	+ 1 .0307	— 4 .7500	+ 13 .9119	— 66 .2950
5.	+ 0 .1695	— 0 .0037	— 0 .5756	+ 2 .0360
6. — 4	+ 0 .0076	+ 0 .0511	+ 0 .2588	+ 1 .0036
7.	— 0 .0004	— 0 .0014	+ 0 .0295	— 0 .0960
8.	— 0 .0001	— 0 .0003	— 0 .0125	— 0 .0058
9. — 4	0 .0000	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0023
10.			+ 0 .0003	— 0 .0002
11.			— 0 .0001	— 0 .0002
— 2. — 5			+ 0 .0004	— 0 .0021
— 1.	— 0 .0003	0 .0000	— 0 .0135	+ 0 .0025
0.	+ 0 .0019	+ 0 .0024	+ 0 .0472	+ 0 .0771
1. — 5	+ 0 .01201	— 0 .01916	+ 0 .33616	— 0 .43800
2.	— 0 .14537	— 0 .02922	— 2 .92804	— 0 .74620
3.	+ 0 .22381	+ 0 .67736	+ 3 .64529	+ 12 .35460
4. — 5	+ 1 .1160	— 1 .6302	+ 19 .4374	— 27 .4760
5.	— 2 .2460	+ 0 .2896	— 38 .0477	+ 5 .2178
6.	— 0 .0437	— 0 .0927	+ 0 .8843	— 0 .3890
7. — 5	+ 0 .0265	— 0 .0142	+ 0 .5701	— 0 .3522
8.	— 0 .0003	+ 0 .0008	— 0 .0548	+ 0 .0060
9.	— 0 .0001	+ 0 .0002	— 0 .0022	+ 0 .0089
10. — 5	+ 0 .0001	+ 0 .0001	+ 0 .0013	— 0 .0006
11.			— 0 .0001	— 0 .0003
12.			— 0 .0002	+ 0 .0002
13.			— 0 .0001	0 .0000
— 2. — 6			0 .0000	— 0 .0002
— 1.			— 0 .0028	+ 0 .0002
0.	+ 0 .0002	+ 0 .0004	+ 0 .0070	+ 0 .0165
1. — 6	+ 0 .0025	— 0 .0029	+ 0 .0798	— 0 .0769
2.	— 0 .0228	— 0 .0083	— 0 .5669	— 0 .2524
3.	+ 0 .0112	+ 0 .1323	+ 0 .1248	+ 2 .9645
4. — 6	+ 0 .4051	— 0 .3065	+ 8 .5228	— 6 .0917
5.	— 1 .0949	— 0 .2898	— 21 .6925	— 6 .0158
6.	+ 0 .4855	+ 0 .9531	+ 9 .8916	+ 18 .9917
7. — 6	— 0 .0398	+ 0 .0442	— 0 .4634	— 0 .1781
8.	— 0 .0127	— 0 .0114	— 0 .3198	— 0 .2670
9.	+ 0 .0005	— 0 .0001	+ 0 .0167	+ 0 .0180

$i\varepsilon - (i')g'$	$\mu \frac{a}{A}$		$\mu a^2 \left(\frac{a}{A}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
10. — 6	+ 0″.0002	0″.0000	+ 0″.0051	+ 0″.0004
11.			— 0 .0002	+ 0 .0003
12.			— 0 .0003	+ 0 .0001
13. — 6			+ 0 .0004	+ 0 .0001
14.			0 .0000	+ 0 .0001
— 1. — 7			— 0 .0003	0 .0000
0.			+ 0 .0012	+ 0 .0035
1.	+ 0 .0005	— 0 .0004	+ 0 .0180	— 0 .0128
2. — 7	— 0 .0037	— 0 .0020	— 0 .1060	— 0 .0695
3.	— 0 .0026	+ 0 .0236	— 0 .1003	+ 0 .6353
4.	+ 0 .1003	— 0 .0409	+ 2 .5093	— 0 .9168
5. — 7	— 0 .2844	— 0 .1905	— 6 .5192	— 4 .5981
6.	+ 0 .0528	+ 0 .6354	+ 1 .0592	+ 14 .4742
7.	+ 0 .3495	— 0 .3703	+ 8 .0284	— 8 .6482
8. — 7	+ 0 .0316	+ 0 .0114	+ 0 .0875	+ 0 .2332
9.	— 0 .0036	+ 0 .0090	— 0 .0997	+ 0 .2828
10.	— 0 .0003	— 0 .0003	+ 0 .0094	— 0 .0146
11. — 7	0 .0000	— 0 .0002	— 0 .0012	— 0 .0049
12.			— 0 .0004	+ 0 .0007
13.			+ 0 .0005	+ 0 .0003
14. — 7			0 .0000	— 0 .0006
15.			+ 0 .0003	— 0 .0001
0. — 8			+ 0 .0001	+ 0 .0004
1.			+ 0 .0038	— 0 .0020
2.	— 0 .0005	— 0 .0003	— 0 .0187	— 0 .0167
3. — 8	— 0 .0012	+ 0 .0040	— 0 .0440	+ 0 .1284
4.	+ 0 .0216	— 0 .0035	+ 0 .6151	— 0 .0778
5.	— 0 .0534	— 0 .0634	— 1 .3910	— 1 .7623
6. — 8	— 0 .0562	+ 0 .2145	— 1 .5797	+ 5 .5592
7.	+ 0 .3228	— 0 .1456	+ 8 .3179	— 3 .6783
8.	— 0 .2233	— 0 .0977	— 5 .9126	— 2 .5338
9. — 8	— 0 .0009	— 0 .0186	+ 0 .0735	— 0 .1368
10.	+ 0 .0053	+ 0 .0002	+ 0 .1832	+ 0 .0001
11.	— 0 .0003	+ 0 .0002	— 0 .0090	— 0 .0015
12. — 8	— 0 .0001	+ 0 .0001	— 0 .0040	+ 0 .0015
13.			+ 0 .0004	+ 0 .0008
14.			+ 0 .0003	— 0 .0004
15. — 8			— 0 .0014	+ 0 .0007
16.			0 .0000	— 0 .0002
1. — 9			+ 0 .0006	— 0 .0002
2.			— 0 .0035	— 0 .0036
3.	— 0 .0004	+ 0 .0008	— 0 .0128	+ 0 .0244
4. — 9	+ 0 .0040	0 .0000	+ 0 .1358	+ 0 .0096
5.	— 0 .0078	— 0 .0165	— 0 .2290	— 0 .5094
6.	— 0 .0315	+ 0 .0522	— 0 .9758	+ 1 .4949
7. — 9	+ 0 .1390	— 0 .0111	+ 4 .0193	— 0 .2475
8.	— 0 .1347	— 0 .1402	— 3 .8358	— 4 .0414
9.	— 0 .0078	+ 0 .1168	— 0 .2108	+ 3 .4661

$i\varepsilon - (i')g'$	$\mu \frac{a}{\Delta}$		$\mu\alpha^2 \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
10. — 9	— 0″.0091	+ 0″.0042	— 0″.1030	+ 0″.0133
11.	— 0 .0009	— 0 .0029	— 0 .0366	— 0 .1039
12.	+ 0 .0001	0 .0000	+ 0 .0022	+ 0 .0032
13. — 9			+ 0 .0011	+ 0 .0022
14.			+ 0 .0001	— 0 .0007
15.			— 0 .0008	— 0 .0001
16.			+ 0 .0004	+ 0 .0008
2. — 10			— 0 .0005	— 0 .0006
3.			— 0 .0035	+ 0 .0050
4.	+ 0 .0008	+ 0 .0002	+ 0 .0256	+ 0 .0072
5. — 10	— 0 .0008	— 0 .0035	— 0 .0261	— 0 .1254
6.	— 0 .0102	+ 0 .0101	— 0 .3527	+ 0 .3163
7.	+ 0 .0408	+ 0 .0092	+ 1 .3070	+ 0 .3351
8. — 10	— 0 .0347	— 0 .0784	— 1 .0535	— 2 .4934
9.	— 0 .0474	+ 0 .0946	— 1 .5114	+ 2 .9786
10.	+ 0 .0541	— 0 .0154	+ 1 .7855	— 0 .5183
11. — 10	+ 0 .0039	+ 0 .0037	+ 0 .0443	+ 0 .0518
12.	— 0 .0012	+ 0 .0010	— 0 .0544	+ 0 .0422
13.	— 0 .0001	0 .0000	+ 0 .0015	— 0 .0018
14. — 10			+ 0 .0023	— 0 .0010
15.			0 .0000	+ 0 .0001
16.			— 0 .0015	+ 0 .0002
17. — 10			+ 0 .0001	— 0 .0002
18.			— 0 .0002	0 .0000
3. — 11			— 0 .001	+ 0 .001
4.			+ 0 .014	+ 0 .002
5.	0 .0000	— 0 .0008	— 0 .003	— 0 .033
6. — 11	— 0 .0026	+ 0 .0015	— 0 .115	+ 0 .065
7.	+ 0 .0095	+ 0 .0052	+ 0 .365	+ 0 .198
8.	— 0 .0029	— 0 .0282	— 0 .103	— 1 .023
9. — 11	— 0 .0377	+ 0 .0353	— 1 .318	+ 1 .237
10.	+ 0 .0567	+ 0 .0068	+ 1 .955	+ 0 .238
11.	— 0 .0159	— 0 .0216	— 0 .587	— 0 .780
12. — 11	+ 0 .0016	— 0 .0028	+ 0 .046	— 0 .050
13.	+ 0 .0006	+ 0 .0004	+ 0 .021	+ 0 .015
14.			— 0 .006	+ 0 .001
15. — 11			— 0 .001	0 .000
16.			+ 0 .006	0 .000
4. — 12			+ 0 .003	0 .000
5.			+ 0 .001	— 0 .008
6.	— 0 .0007	+ 0 .0002	— 0 .033	+ 0 .011
7. — 12	+ 0 .0021	+ 0 .0017	+ 0 .089	+ 0 .078
8.	+ 0 .0016	— 0 .0078	+ 0 .058	— 0 .336
9.	— 0 .0176	+ 0 .0077	— 0 .695	+ 0 .314
10. — 12	+ 0 .0281	+ 0 .0157	+ 1 .072	+ 0 .606
11.	— 0 .0053	— 0 .0332	— 0 .197	— 1 .269
12.	— 0 .0114	+ 0 .0124	— 0 .456	+ 0 .500

$i\varepsilon - (i')g'$	$\mu\frac{a}{\Delta}$		$\mu\alpha^2\left(\frac{a}{\Delta}\right)^3$	
	cos	sin	cos	sin
13. — 12	+ 0″.0008	+ 0″.0009	+ 0″.069	+ 0″.037
14.	+ 0 .0002	— 0 .0005	+ 0 .005	— 0 .024
15.			— 0 .003	+ 0 .001
16. — 12			+ 0 .002	0 .000

§ 6.

Für die drei partiellen Differentialcoefficienten, welche für die Berechnung der Störungen erster Ordnung erforderlich sind, gelten folgende Formeln (H. I, § 39):

$$\left.\begin{aligned} a\Omega &= \mu\frac{a}{\Delta} - (H) \\ ar\frac{\partial\Omega}{\partial r} &= \frac{1}{2}\mu\alpha^2\left(\frac{a}{\Delta}\right)^3\left\{\left(\frac{r'}{a'}\right)^2 - \frac{1}{\alpha^2}\left(\frac{r}{a}\right)^2\right\} - \frac{1}{2}\mu\frac{a}{\Delta} - (H) \\ a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z} &= -\mu\alpha^2\left(\frac{a}{\Delta}\right)^3\cdot\frac{1}{\alpha}\sin I\,.\,\frac{r'}{a'}\sin(f'+\Pi') + (I) \end{aligned}\right\} \qquad (28)$$

wo:

$$\left.\begin{aligned} (H) &= \frac{\mu}{\alpha^2}\left(\frac{a'}{r'}\right)^2\cdot\frac{r}{a}\cdot H \\ (I) &= \frac{\mu}{\alpha^2}\sin I\left(\frac{a'}{r'}\right)^2\sin(f'+\Pi') \end{aligned}\right\} \qquad (29)$$

Die numerischen Ausdrücke der darin vorkommenden Factoren, deren Berechnung nach Hansen's Formeln, »Auseinandersetzung u. s. w.» § 72, und mit Hülfe der vorher berechneten Bessel'schen Functionen leicht geschieht, sind folgende (Coeff. logarithmisch):

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}\left\{\left(\frac{r'}{a'}\right)^2 - \frac{1}{\alpha^2}\left(\frac{r}{a}\right)^2\right\} = {} & [9.5578234] + 2[8.384766n]\cos g' + 2[6.46842n]\cos 2g' + \\ & + 2[4.8531n]\cos 3g' + 2[3.37n]\cos 4g' + \\ & + 2[7.967124]\cos\varepsilon + 2[6.18546n]\cos 2\varepsilon \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\alpha}\frac{r'}{a'}\sin I\sin(f'+\Pi') = {} & [6.955716n] + 2[8.5514889]\sin(-g') + 2[6.936171]\sin(-2g') + \\ & + 2[5.4969]\sin(-3g') + 2[4.131]\sin(-4g') + \\ & + 2[7.7922866]\cos(-g') + 2[6.176883]\cos(-2g') + \\ & + 2[4.7376]\cos(-3g') + 2[3.37]\cos(-4g') \end{aligned}$$

Mittelst der Formeln in der »Auseinandersetzung u. s. w.» § 73 fand ich zunächst:

$i\varepsilon - i'g'$	(H)		$i\varepsilon - i'g'$	(I)	
	cos	sin		cos	sin
−1. −1	− 0″.02261	+ 0″.21705			
0. −1	+ 1 .19353	+ 3 .40955	0. −1	− 1″.29254	− 7″.42412
1. −1	−18 .02603	−51 .77669			
−1. −2	− 0 .00202	+ 0 .02055			
0. −2	+ 0 .11574	+ 0 .33070	0. −2	− 0 .12534	− 0 .72009
1. −2	− 1 .74824	− 5 .02149			
−1. −3	− 0 .00016	+ 0 .00165			
0. −3	+ 0 .00947	+ 0 .02706	0. −3	− 0 .01026	− 0 .05893
1. −3	− 0 .14306	− 0 .41091			
−1. −4	− 0 .00001	+ 0 .00012			
0. −4	+ 0 .00073	+ 0 .00207	0. −4	− 0 .00079	− 0 .00452
1. −4	− 0 .01095	− 0 .03148			
−1. −5	0 .00000	+ 0 .00001			
0. −5	+ 0 .00005	+ 0 .00015	0. −5	− 0 .00006	− 0 .00033
1. −5	− 0 .00082	− 0 .00233			
0. −6	0 .00000	+ 0 .00001	0. −6	0 .00000	− 0 .00002
1. −6	− 0 .00006	− 0 .00016			

Werden nun die Multiplicationen und Additionen in (28) ausgeführt, so erhält man die unten stehenden Entwickelungen. In diesen kommt statt der Entwickelung von $a\Omega$ die entsprechende von $(i)a\Omega$ vor, welche aus derjenigen von $a\Omega$ in der Weise gebildet ist, dass jeder Coefficient mit seinem entsprechenden i multiplicirt wird (H. I, § 84).

Die Multiplicationen, welche bei diesen Berechnungen auszuführen sind, wurden dadurch controllirt, dass dieselben Rechenoperationen mit den Summen sowohl für $\varepsilon = 0$ wie für $g' = 0$ ausgeführt wurden, wodurch man erlangt, dass sowohl die Multiplicationen mit ε:Gliedern wie mit g':Gliedern controllirt werden.

$i\varepsilon - i'g'$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
0.0	0″.00000		+ 40″.3626 [1]		+ 2″.6218 [1]	
1.	− 1 .38641	− 0″.40895	− 3 .88435	− 1″.60286	−10 .88218	+ 1″.63453
2.	− 0 .6396	+ 0 .3183	− 1 .1029	+ 0 .5952	+ 0 .7296	+ 0 .4443
3.0	+ 0 .0840	+ 0 .0258	+ 0 .165	+ 0 .045	+ 0 .0781	− 0 .1042
4.	+ 0 .001	− 0 .011	+ 0 .006	− 0 .021	− 0 .018	− 0 .001
5.	− 0 .002	+ 0 .001	− 0 .003	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .002
6.0			+ 0 .001	0 .000		
−5. −1	+ 0 .001	0 .000	− 0 .001	− 0 .001		
−4.	0 .000	− 0 .002	− 0 .003	+ 0 .005		
−3.	− 0 .014	+ 0 .004	+ 0 .031	− 0 .006	+ 0 .011	+ 0 .029

[1]) 2 mal zu gross.

$i\varepsilon - i'g'$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
−2. −1	+ 0″.068	+ 0″.085	− 0″.148	− 0″.212	+ 0″.136	− 0″.144
−1.	+ 0 .140	− 0 .251	− 0 .470	+ 1 .084	− 1 .318	− 0 .946
0.	0 .000	0 .000	+ 4 .873	+ 3 .060	+ 1 .678	+ 7 .737
1. −1	− 2 .346	− 6 .284	− 7 .860	−21 .524	− 1 .768	− 1 .726
2.	+ 0 .873	+ 0 .402	+ 0 .760	+ 1 .406	+ 3 .276	+ 6 .119
3.	+ 0 .468	+ 0 .520	+ 0 .696	+ 0 .747	+ 0 .052	− 0 .416
4. −1	− 0 .008	− 0 .059	− 0 .013	− 0 .104	− 0 .078	− 0 .037
5.	− 0 .008	+ 0 .001	− 0 .014	+ 0 .001	+ 0 .003	+ 0 .012
6.	+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001	+ 0 .001	− 0 .001
−4. −2			− 0 .001	0 .000		
−3.	− 0 .003	0 .000	+ 0 .007	− 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .007
−2.	+ 0 .008	+ 0 .015	− 0 .020	− 0 .044	+ 0 .037	− 0 .029
−1. −2	+ 0 .048	− 0 .052	− 0 .213	+ 0 .251	− 0 .256	− 0 .173
0.	0 .00000	0 .00000	+ 1 .3286	+ 0 .4201	− 0 .7547	+ 1 .9438
1.	+ 2 .32020	− 3 .11384	+ 5 .2096	− 8 .7073	+ 9 .2946	− 5 .6927
2. −2	−38 .1262	+30 .5938	−43 .5318	+35 .1218	− 0 .4253	+ 2 .1084
3.	− 0 .588	− 0 .937	− 0 .220	− 1 .007	+ 2 .781	− 3 .068
4.	+ 0 .289	− 0 .502	+ 0 .380	− 0 .669	− 0 .186	+ 0 .061
5. −2	− 0 .030	+ 0 .020	− 0 .051	+ 0 .030	− 0 .011	+ 0 .056
6.	+ 0 .001	+ 0 .005	+ 0 .004	+ 0 .008	+ 0 .006	− 0 .005
7.	+ 0 .001	− 0 .001	+ 0 .001	− 0 .002	− 0 .001	0 .000
−3. −3			+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001
−2.	+ 0 .001	+ 0 .003	− 0 .002	− 0 .009	+ 0 .009	− 0 .003
−1.	+ 0 .010	− 0 .008	− 0 .055	+ 0 .041	− 0 .051	− 0 .045
0. −3	0 .00000	0 .00000	+ 0 .3468	+ 0 .1700	− 0 .1994	+ 0 .3753
1.	+ 0 .45892	− 0 .57549	+ 1 .0332	− 1 .8416	+ 2 .8017	− 0 .3732
2.	−10 .4840	+ 3 .0507	−14 .3740	+ 2 .5035	− 5 .3863	− 4 .1450
3. −3	+27 .219	+16 .862	+29 .974	+18 .441	+ 1 .623	− 0 .441
4.	− 0 .445	+ 0 .956	− 0 .498	+ 0 .831	− 2 .208	− 0 .915
5.	− 0 .429	− 0 .084	− 0 .535	− 0 .103	+ 0 .060	+ 0 .059
6. −3	+ 0 .018	+ 0 .010	+ 0 .026	+ 0 .016	+ 0 .038	− 0 .003
7.	+ 0 .004	− 0 .001	+ 0 .005	− 0 .003	− 0 .003	− 0 .002
8.	− 0 .001	− 0 .001	− 0 .001	0 .000		
−3. −4			+ 0 .001	0 .000		
−2.			0 .000	− 0 .005	+ 0 .002	0 .000
−1.	+ 0 .002	− 0 .001	0 .000	+ 0 .006	− 0 .009	− 0 .009
0. −4	0 .000	0 000	+ 0 .068	+ 0 .055	− 0 .047	+ 0 .074
1.	+ 0 .073	− 0 .100	+ 0 .204	− 0 .425	+ 0 .563	+ 0 .071
2.	− 1 .845	− 0 .006	− 2 .900	− 0 .269	− 1 .111	− 2 .082
3. −4	+ 5 .915	+ 8 .145	+ 6 .354	+10 .414	− 1 .110	+ 3 .848
4.	+ 4 .123	−19 .000	+ 4 .361	−20 .437	− 0 .765	− 0 .941
5.	+ 0 .848	− 0 .019	+ 0 .801	+ 0 .002	− 0 .065	+ 1 .346
6. −4	+ 0 .046	+ 0 .307	+ 0 .056	+ 0 .365	+ 0 .005	− 0 .035
7.	− 0 .003	− 0 .010	− 0 .001	− 0 .016	− 0 .008	− 0 .022
8.	− 0 .001	− 0 .002	− 0 .004	− 0 .003	0 .000	+ 0 .002
9. −4	0 .000	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001		

$i\varepsilon - i'g'$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
−2.−5			0″.000	− 0″.001		
−1.			− 0 .004	+ 0 .001	− 0″.001	− 0″.001
0.			+ 0 .011	+ 0 .015	− 0 .0111	+ 0 .013
1.−5	+ 0″.0128	− 0″.0168	+ 0 .0526	− 0 .0897	+ 0 .1064	+ 0 .0324
2.	− 0 .29074	− 0 .05844	− 0 .5680	− 0 .1291	− 0 .1058	− 0 .5536
3.	+ 0 .6714	+ 2 .0321	+ 0 .6699	+ 2 .8207	− 1 .1618	+ 1 .3129
4.−5	+ 4 .464	− 6 .521	+ 5 .602	− 7 .191	+ 2 .266	− 0 .238
5.	−11 .230	+ 1 .448	−11 .892	+ 1 .577	− 0 .395	+ 0 .727
6.	− 0 .262	− 0 .556	− 0 .256	− 0 .535	+ 0 .714	− 0 .218
7.−5	+ 0 .186	− 0 .099	+ 0 .214	− 0 .116	− 0 .013	+ 0 .007
8.	− 0 .002	+ 0 .006	− 0 .007	+ 0 .005	− 0 .012	+ 0 .009
9.	− 0 .001	+ 0 .002	− 0 .002	+ 0 .003	+ 0 .001	− 0 .001
10.	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000		
−1.−6			− 0 .001	0 .000		
0.			+ 0 .003	+ 0 .003	− 0 .003	+ 0 .002
1.	+ 0 .003	− 0 .003	+ 0 .015	− 0 ,017	+ 0 .020	+ 0 .009
2.−6	− 0 .046	− 0 .017	− 0 .115	− 0 .040	+ 0 .005	− 0 .119
3.	+ 0 .034	+ 0 .397	+ 0 .021	+ 0 .621	− 0 .426	+ 0 .245
4.	+ 1 .620	− 1 .226	+ 2 .137	− 1 .373	+ 1 .132	+ 0 .433
5.−6	− 5 .475	− 1 .449	− 6 .037	− 1 .924	− 0 .610	− 1 .114
6.	+ 2 .913	+ 5 .719	+ 3 .078	+ 5 .983	+ 0 .536	+ 0 .064
7.	− 0 .279	+ 0 .309	− 0 .267	+ 0 .309	− 0 .243	− 0 .330
8.−6	− 0 .102	− 0 .091	− 0 .115	− 0 .101	+ 0 .006	+ 0 .001
9.	+ 0 .005	− 0 .001	+ 0 .005	− 0 .002	+ 0 .009	+ 0 .006
10.	+ 0 .002	0 .000	+ 0 .002	0 .000	− 0 .001	0 .000
0.−7			+ 0 .001	+ 0 .001	− 0 .001	0 .000
1.	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .004	− 0 .004	+ 0 .004	+ 0 .003
2.	− 0 .007	− 0 .001	− 0 .022	− 0 .012	+ 0 .005	− 0 .024
3.−7	− 0 .008	+ 0 .071	− 0 .015	+ 0 .131	− 0 .111	+ 0 .030
4.	+ 0 .401	− 0 .164	+ 0 .567	− 0 .192	+ 0 .298	+ 0 .257
5.	− 1 .422	− 0 .953	− 1 .610	− 1 .252	+ 0 .004	− 0 .798
6.−7	+ 0 .317	+ 3 .812	+ 0 .169	+ 4 .192	− 0 .427	+ 0 .546
7.	+ 2 .447	− 2 .592	+ 2 .545	− 2 .709	− 0 .082	− 0 .331
8.	+ 0 .253	+ 0 .091	+ 0 .241	+ 0 .067	− 0 .123	+ 0 .184
9.−7	− 0 .032	+ 0 .081	− 0 .036	+ 0 .102	− 0 .004	− 0 .002
10.	− 0 .003	− 0 .003	− 0 .002	− 0 .002	+ 0 .001	− 0 .007
11.	0 .000	− 0 .002	− 0 .001	− 0 .002		
1.−8			+ 0 .001	− 0 .001	0 .000	+ 0 .001
2.	− 0 .001	− 0 .001	− 0 .004	− 0 .003	+ 0 .001	− 0 .004
3.	− 0 .004	+ 0 .012	− 0 .007	+ 0 .026	− 0 .026	0 .000
4.−8	+ 0 .086	− 0 .014	+ 0 .131	− 0 .018	+ 0 .056	+ 0 .085
5.	− 0 .267	− 0 .317	− 0 .316	− 0 .427	+ 0 .108	− 0 .275
6.	− 0 .337	+ 1 .287	− 0 .483	+ 1 .458	− 0 .475	+ 0 .178
7.−8	+ 2 .260	− 1 .019	+ 2 .482	− 1 .011	+ 0 .366	+ 0 .089
8.	− 1 .786	− 0 .782	− 1 .855	− 0 .809	− 0 .172	+ 0 .119
9.	− 0 .008	− 0 .167	− 0 .020	− 0 .155	+ 0 .114	+ 0 .027
10.−8	+ 0 .053	+ 0 .002	+ 0 .067	− 0 .001	0 .000	+ 0 .003
11.	− 0 .003	+ 0 .002	− 0 .002	+ 0 .002	− 0 .004	+ 0 .001
12.	− 0 .001	+ 0 .001	− 0 .001	+ 0 .001		

$i\varepsilon - i'g'$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
2. — 9			— 0″.001	— 0″.001	+ 0″.001	— 0″.001
3.	— 0″.001	+ 0″.002	— 0 .003	+ 0 .006	— 0 .006	— 0 .001
4.	+ 0 .016	0 .000	+ 0 .028	0 .000	+ 0 .008	+ 0 .023
5. — 9	— 0 .039	— 0 .083	— 0 .051	— 0 .115	+ 0 .053	— 0 .069
6.	— 0 .189	+ 0 .313	— 0 .253	+ 0 .361	— 0 .211	— 0 .005
7.	+ 0 .973	— 0 .078	+ 1 .101	— 0 .023	+ 0 .207	+ 0 .234
8. — 9	— 1 .078	— 1 .122	— 1 .115	— 1 .239	— 0 .041	— 0 .200
9.	— 0 .070	+ 1 .051	— 0 .075	+ 1 .088	+ 0 .104	+ 0 .072
10.	— 0 .091	+ 0 .042	— 0 .081	+ 0 .048	— 0 .006	— 0 .062
11. — 9	— 0 .010	— 0 .032	— 0 .015	— 0 .039	+ 0 .001	— 0 .002
12.	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .002	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .002
13.				+ 0 .001		
3. — 10			— 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001	0 .000
4.	+ 0 .003	+ 0 .001	+ 0 .006	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .006
5.	— 0 .004	— 0 .018	— 0 .007	— 0 .026	+ 0 .018	— 0 .012
6. — 10	— 0 .061	+ 0 .061	— 0 .083	+ 0 .071	— 0 .063	— 0 .021
7.	+ 0 .286	+ 0 .064	+ 0 .331	+ 0 .098	+ 0 .046	+ 0 .133
8.	— 0 .278	— 0 .627	— 0 .269	— 0 .707	+ 0 .085	— 0 .167
9. — 10	— 0 .427	+ 0 .851	— 0 .478	+ 0 .886	— 0 .087	+ 0 .067
10.	+ 0 .541	— 0 .154	+ 0 .560	— 0 .156	+ 0 .019	— 0 .074
11.	+ 0 .043	+ 0 .041	+ 0 .046	+ 0 .034	— 0 .029	+ 0 .015
12. — 10	— 0 .014	+ 0 .012	— 0 .020	+ 0 .016	— 0 .002	— 0 .002
13.	— 0 .001	0 .000	0 .000	— 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001
14.			+ 0 .001	0 .000		
4. — 11			+ 0 .004	0 .000	0 .000	+ 0 .001
5.	0 .000	— 0 .004	— 0 .001	— 0 .008	+ 0 .004	— 0 .002
6.	— 0 .016	+ 0 .009	— 0 .027	+ 0 .016	— 0 .014	— 0 .011
7. — 11	+ 0 .067	+ 0 .036	+ 0 .090	+ 0 .051	+ 0 .001	+ 0 .049
8.	— 0 .023	— 0 .226	— 0 .019	— 0 .274	+ 0 .072	— 0 .060
9.	— 0 .339	+ 0 .318	— 0 .386	+ 0 .341	— 0 .110	— 0 .009
10. — 11	+ 0 .567	+ 0 .068	+ 0 .591	+ 0 .085	+ 0 .056	+ 0 .027
11.	— 0 .175	— 0 .238	— 0 .182	— 0 .239	— 0 .047	+ 0 .001
12.	+ 0 .019	— 0 .034	+ 0 .022	— 0 .037	+ 0 .014	+ 0 .017
13. — 11	+ 0 .008	+ 0 .005	+ 0 .006	+ 0 .004	+ 0 .001	— 0 .002
14.			— 0 .002	+ 0 .001	— 0 .001	0 .000
4. — 12			+ 0 .001	0 .000		
5.			0 .000	— 0 .006	+ 0 .001	0 .000
6.	— 0 .004	+ 0 .001	— 0 .008	+ 0 .003	— 0 .003	— 0 .003
7. — 12	+ 0 .015	+ 0 .012	+ 0 .023	+ 0 .019	— 0 .005	+ 0 .014
8.	+ 0 .013	— 0 .062	+ 0 .017	— 0 .088	+ 0 .037	— 0 .010
9.	— 0 .158	+ 0 .069	— 0 .199	+ 0 .082	— 0 .054	— 0 .040
10. — 12	+ 0 .281	+ 0 .157	+ 0 .317	+ 0 .196	+ 0 .002	+ 0 .070
11.	— 0 .058	— 0 .365	— 0 .048	— 0 .412	+ 0 .024	— 0 .025
12.	— 0 .137	+ 0 .149	— 0 .161	+ 0 .163	+ 0 .002	+ 0 .002
13. — 12	+ 0 .010	+ 0 .012	+ 0 .020	+ 0 .018	— 0 .001	+ 0 .001
14.	+ 0 .003	— 0 .007	+ 0 .003	— 0 .009		
15.			— 0 .001	0 .000		

§ 7.

Statt g' soll nun in die obigen Ausdrücke das Argument $\mu\varepsilon$ eingeführt werden. Versteht man mit F einen beliebigen der obigen Reihen und setzt:

$$(30)\quad \begin{cases} F = \frac{1}{2}((0\,.\,0\,.\,c)) + \sum\sum ((i\,.\,i'\,.\,c)) \cos (i\varepsilon - i'g') + \sum\sum ((i\,.\,i'\,.\,s)) \sin (i\varepsilon - i'g') \\ \quad = \frac{1}{2}[0\,.\,0\,.\,c] + \sum\sum [i\,.\,i'\,.\,c] \cos (i\varepsilon - i'V) + \sum\sum [i\,.\,i'\,.\,s] \sin (i\varepsilon - i'V) \end{cases}$$

wenn

$$V = \mu(\varepsilon - c) + c',$$

so findet man (H. I, § 74[1]):

$$(31)\quad \begin{cases} [i\,.\,0\,.\,c] = ((i\,.\,0\,.\,c)) \\ [i\,.\,i'\,.\,c] = I^0_{i'\mu e}((i\,.\,i'\,.\,c)) + I^1_{i'\mu e}((i-1\,.\,i'\,.\,c)) + I^2_{i'\mu e}((i-2\,.\,i'\,.\,c)) + \ldots \\ \qquad\qquad - I^1_{i'\mu e}((i+1\,.\,i'\,.\,c)) + I^2_{i'\mu e}((i+2\,.\,i'\,.\,c)) \mp \ldots \\ [i\,.\,i'\,.\,s] = I^0_{i'\mu e}((i\,.\,i'\,.\,s)) + I^1_{i'\mu e}((i-1\,.\,i'\,.\,s)) + I^2_{i'\mu e}((i-2\,.\,i'\,.\,s)) + \ldots \\ \qquad\qquad - I^1_{i'\mu e}((i+1\,.\,i'\,.\,s)) + I^2_{i'\mu e}((i+2\,.\,i'\,.\,s)) \mp \ldots \end{cases}$$

wo die BESSEL'schen Functionen nach den Formeln (27) berechnet werden.

Diese Transformationen habe ich dadurch controllirt (H. I, S. 217), dass die Summen ($\varepsilon = 90°$):

$$(32)\quad \begin{cases} \text{etc.} & \text{etc.} \\ +((-4\,.\,i'\,.\,c)) & +((-4\,.\,i'\,.\,s)) \\ +((-3\,.\,i'\,.\,s)) & -((-3\,.\,i'\,.\,c)) \\ -((-2\,.\,i'\,.\,c)) & -((-2\,.\,i'\,.\,s)) \\ -((-1\,.\,i'\,.\,s)) & +((-1\,.\,i'\,.\,c)) \\ +((0\,.\,i'\,.\,c)) & +((0\,.\,i'\,.\,s)) \\ +((1\,.\,i'\,.\,s)) & -((1\,.\,i'\,.\,c)) \\ \text{etc.} & \text{etc.} \end{cases}$$

und ebenso für die Coeff. $[i\,.\,i'\,.\,{c \atop s}]$, gebildet wurden. Werden diese Summen $((C))$, $((S))$, $[C]$ und $[S]$ genannt, so bekommt man:

$$(33)\quad \begin{cases} [C] = ((C))\, I^0_{i'\mu e} + 2((S))\, I^1_{i'\mu e} - 2((C))\, I^2_{i'\mu e} - 2((S))\, I^3_{i'\mu e} \mp \ldots \\ [S] = ((S))\, I^0_{i'\mu e} - 2((C))\, I^1_{i'\mu e} - 2((S))\, I^2_{i'\mu e} + 2((C))\, I^3_{i'\mu e} \mp \ldots \end{cases}$$

[1] In der Formel für $[i\,.\,i'\,.\,c]$ bei HANSEN steht fehlerhaft $((i+1\,.\,i'\,.\,s))$ und $((i+2\,.\,i'\,.\,s))$ statt $((i+1\,.\,i'\,.\,c))$ und $((i+2\,.\,i'\,.\,c))$.

i'	$\log (I^0_{i'\mu e} - 1)$	$\log I^1_{i'\mu e}$	$\log I^2_{i'\mu e}$	$\log I^3_{i'\mu e}$	$\log I^4_{i'\mu e}$
1	6.2109n	8.10536	5.910	3.54	
2	6.8127n	8.406278	6.5117	4.44	
3	7.16486n	8.582191	6.8638	4.97	3.0
4	7.4146n	8.70689	7.1135	5.344	3.4
5	7.6083n	8.80348	7.3071	5.634	3.8
6	7.7665n	8.88227	7.4656	5.872	4.2
7	7.9001n	8.9488	7.599	6.07	4.4
8	8.0157n	9.0063	7.715	6.25	4.7
9	8.1180n	9.0568	7.816	6.40	4.9
10	8.2092n	9.1018	7.907	6.54	5.0
11	8.291n	9.142	7.989	6.66	5.2
12	8.367n	9.180	8.07	6.78	5.3

$i\varepsilon - i'V$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
0.0	0″.00000		+ 40″.3626 [1]		+ 2″.6218 [1]	
1.	— 1 .38641	— 0″.40895	— 3 .88435	— 1″.60286	— 10 .88218	+ 1″.63453
2.	— 0 .6396	+ 0 .3183	— 1 .1029	+ 0 .5952	+ 0 .7296	+ 0 .4443
3.0	+ 0 .0840	+ 0 .0258	+ 0 .165	+ 0 .045	+ 0 .0781	— 0 .1042
4.	+ 0 .001	— 0 .011	+ 0 .006	— 0 .021	— 0 .018	— 0 .001
5.	— 0 .002	+ 0 .001	— 0 .003	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .002
6.0			+ 0 .001	0 .000		
—5. — 1	+ 0 .001	0 .000	— 0 .001	— 0 .001		
—4.	0 .000	— 0 .002	— 0 .003	+ 0 .005	— 0 .003	0 .000
—3.	— 0 .015	+ 0 .003	+ 0 .033	— 0 .003	+ 0 .009	+ 0 .031
—2. — 1	+ 0 .066	+ 0 .088	— 0 .142	— 0 .226	+ 0 .153	— 0 .131
—1.	+ 0 .141	— 0 .251	— 0 .535	+ 1 .040	— 1 .337	— 1 .047
0.	+ 0 .032	+ 0 .077	+ 4 .966	+ 3 .348	+ 1 .684	+ 7 .746
1. — 1	— 2 .357	— 6 .288	— 7 .807	— 21 .500	— 1 .788	— 1 .705
2.	+ 0 .837	+ 0 .315	+ 0 .651	+ 1 .122	+ 3 .252	+ 6 .102
3.	+ 0 .479	+ 0 .525	+ 0 .705	+ 0 .764	+ 0 .095	— 0 .338
4. — 1	— 0 .002	— 0 .052	— 0 .004	— 0 .094	— 0 .077	— 0 .042
5.	— 0 .008	0 .000	— 0 .014	0 .000	+ 0 .002	+ 0 .012
6.	+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001
—4. — 2			— 0 .001	0 .000	— 0 .001	0 .000
—3.	— 0 .003	0 .000	+ 0 .008	0 .000	0 .000	+ 0 .008
—2.	+ 0 .007	+ 0 .016	— 0 .015	— 0 .050	+ 0 .044	— 0 .024
—1. — 2	+ 0 .049	— 0 .053	— 0 .246	+ 0 .236	— 0 .233	— 0 .226
0.	— 0 .0703	+ 0 .0880	+ 1 .1755	+ 0 .6595	— 0 .9977	+ 2 .0839
1.	+ 3 .29015	— 3 .89181	+ 6 .3493	— 9 .5862	+ 9 .2810	— 5 .6943
2. — 2	— 38 .0272	+ 30 .5182	— 43 .3647	+ 34 .9027	— 0 .2593	+ 2 .0407
3.	— 1 .566	— 0 .144	— 1 .337	— 0 .097	+ 2 .776	— 3 .016
4.	+ 0 .263	— 0 .517	+ 0 .361	— 0 .685	— 0 .115	— 0 .017

[1]) 2 mal zu gross.

$i\varepsilon - i'V$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
5. — 2	— 0″.023	+ 0″.004	— 0″.041	+ 0″.013	— 0″.015	+ 0″.057
6.	0 .000	+ 0 .006	+ 0 .003	+ 0 .009	+ 0 .006	— 0 .004
7.	+ 0 .001	— 0 .001	+ 0 .001	— 0 .002	— 0 .001	0 .000
3. — 3			+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001
— 2.	+ 0 .001	+ 0 .003	0 .000	— 0 .011	+ 0 .011	— 0 .001
— 1.	+ 0 .010	— 0 .008	— 0 .067	+ 0 .034	— 0 .041	— 0 .059
0. — 3	— 0 .0251	+ 0 .0237	+ 0 .2939	+ 0 .2433	— 0 .3121	+ 0 .3844
1.	+ 0 .87877	— 0 .67892	+ 1 .6161	— 1 .9146	+ 2 .9970	— 0 .2003
2.	— 11 .4916	+ 2 .3806	— 15 .4590	+ 1 .7254	— 5 .3350	— 4 .1368
3. — 3	+ 26 .795	+ 16 .917	+ 29 .401	+ 18 .477	+ 1 .501	— 0 .563
4.	+ 0 .604	+ 1 .604	+ 0 .657	+ 1 .541	— 2 .149	— 0 .935
5.	— 0 .426	— 0 .035	— 0 .532	— 0 .059	— 0 .024	+ 0 .024
6. — 3	+ 0 .002	+ 0 .008	+ 0 .006	+ 0 .013	+ 0 .038	— 0 .002
7.	+ 0 .005	— 0 .001	+ 0 .006	— 0 .002	— 0 .002	— 0 .002
8.	— 0 .001	— 0 .001	— 0 .001	0 .000		
— 2. — 4			0 .000	— 0 .005	+ 0 .002	0 .000
— 1.	+ 0 .002	— 0 .001	— 0 .003	+ 0 .002	— 0 .006	— 0 .013
0.	— 0 .006	+ 0 .005	+ 0 .054	+ 0 .077	— 0 .077	+ 0 .067
1. — 4	+ 0 .175	— 0 .089	+ 0 .362	— 0 .392	+ 0 .616	+ 0 .186
2.	— 2 .132	— 0 .451	— 3 .200	— 0 .847	— 1 .023	— 2 .270
3.	+ 5 .597	+ 9 .092	+ 5 .968	+ 11 .413	— 1 .124	+ 3 .782
4. — 4	+ 4 .368	— 18 .535	+ 4 .628	— 19 .854	— 0 .817	— 0 .815
5.	+ 1 .062	— 0 .992	+ 1 .026	— 1 .044	— 0 .105	+ 1 .302
6.	+ 0 .094	+ 0 .281	+ 0 .103	+ 0 .338	+ 0 .001	+ 0 .034
7. — 4	0 .000	+ 0 .006	+ 0 .003	+ 0 .003	— 0 .008	— 0 .022
8.	— 0 .001	— 0 .003	— 0 .004	— 0 .004		+ 0 .001
9.	0 .006	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001		
— 2. — 5			0 .000	— 0 .001		
— 1.			— 0 .005	0 .000	0 .000	— 0 .002
0.	— 0 .002	+ 0 .001	+ 0 .007	+ 0 .021	— 0 .018	+ 0 .010
1. — 5	+ 0 .0324	— 0 .0086	+ 0 .0904	— 0 .0741	+ 0 .1095	+ 0 .0710
2.	— 0 .32192	— 0 .20180	— 0 .5931	— 0 .3284	— 0 .0201	— 0 .6333
3.	+ 0 .3434	+ 2 .4379	+ 0 .2507	+ 3 .2614	— 1 .3085	+ 1 .2891
4. — 5	+ 5 .201	— 6 .459	+ 6 .376	— 7 .084	+ 2 .209	— 0 .200
5.	— 10 .882	+ 1 .066	— 11 .471	+ 1 .154	— 0 .296	+ 0 .726
6.	— 0 .978	— 0 .469	— 1 .014	— 0 .441	+ 0 .692	— 0 .171
7. — 5	+ 0 .145	— 0 .131	+ 0 .173	— 0 .147	+ 0 .032	— 0 .007
8.	+ 0 .009	— 0 .001	+ 0 .007	— 0 .003	— 0 .012	+ 0 .009
9.	— 0 .001	+ 0 .002	— 0 .002	+ 0 .003		
10. — 5	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000		
— 1. — 6			— 0 .001	0 .000		
0.			+ 0 .002	+ 0 .004	— 0 .005	+ 0 .001
1.	+ 0 .006	— 0 .001	+ 0 .024	— 0 .012	+ 0 .019	+ 0 .019
2. — 6	- 0 .014	— 0 .051	-- 0 .109	— 0 .092	+ 0 .042	— 0 .135
3.	— 0 .109	+ 0 .483	— 0 .169	+ 0 .713	— 0 .512	+ 0 .199
4.	+ 2 .040	— 1 .061	+ 2 .596	— 1 .154	+ 1 .141	+ 0 .534

$i\varepsilon - i'V$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
5.—6	— 5″.542	— 1″.968	— 6″.075	— 2″.471	— 0″.563	— 1″.078
6.	+ 2 .504	+ 5 .548	+ 2 .626	+ 5 .773	+ 0 .509	+ 0 .005
7.	— 0 .063	+ 0 .746	— 0 .039	+ 0 .765	— 0 .203	— 0 .326
8.—6	— 0 .113	— 0 .050	— 0 .125	— 0 .059	— 0 .012	— 0 .024
9.	— 0 .004	— 0 .007	— 0 .005	— 0 .009	+ 0 .008	+ 0 .006
10.	+ 0 .002	0 .000	+ 0 .002	0 .000		
0.—7			+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001	0 .000
1.	+ 0 .002	0 .000	+ 0 .006	— 0 .002	+ 0 .004	+ 0 .005
2.	— 0 .004	— 0 .011	— 0 .019	— 0 .025	+ 0 .016	— 0 .026
3.—7	— 0 .050	+ 0 .081	— 0 .073	+ 0 .141	— 0 .136	+ 0 .002
4.	+ 0 .525	— 0 .057	+ 0 .705	— 0 .050	+ 0 .284	+ 0 .331
5.	— 1 .394	— 1 .309	— 1 .552	— 1 .642	+ 0 .068	— 0 .819
6.—7	— 0 .028	+ 3 .926	— 0 .198	+ 4 .288	— 0 .416	+ 0 .502
7.	+ 2 .428	— 2 .244	+ 2 .513	— 2 .325	— 0 .108	— 0 .298
8.	+ 0 .473	— 0 .132	+ 0 .469	— 0 .167	— 0 .131	+ 0 .156
9.—7	0 .000	+ 0 .078	— 0 .005	+ 0 .096	— 0 .015	+ 0 .014
10.	— 0 .005	+ 0 .004	— 0 .005	+ 0 .007	+ 0 .001	— 0 .006
11.	0 .000	— 0 .002	— 0 .001	— 0 .002	0 .000	— 0 .001
1.—8			+ 0 .001	— 0 .001	0 .000	+ 0 .001
2.	0 .000	— 0 .001	— 0 .002	— 0 .006	+ 0 .004	— 0 .004
3.	— 0 .014	+ 0 .011	— 0 .022	+ 0 .026	— 0 .031	— 0 .010
4.—8	+ 0 .111	+ 0 .026	+ 0 .158	+ 0 .036	+ 0 .039	+ 0 .113
5.	— 0 .209	— 0 .451	— 0 .238	— 0 .576	+ 0 .163	— 0 .281
6.	— 0 .600	+ 1 .341	— 0 .771	+ 1 .499	— 0 .497	+ 0 .140
7.—8	+ 2 .383	— 0 .801	+ 2 .593	— 0 .774	+ 0 .334	+ 0 .093
8.	— 1 .539	— 0 .853	— 1 .585	— 0 .880	— 0 .147	+ 0 .125
9.	— 0 .182	— 0 .249	— 0 .202	— 0 .240	+ 0 .097	+ 0 .039
10.—8	+ 0 .042	— 0 .019	+ 0 .054	— 0 .021	+ 0 .011	+ 0 .007
11.	+ 0 .002	+ 0 .001	+ 0 .005	+ 0 .001	— 0 .003	+ 0 .001
12.	— 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001	+ 0 .001		
2.—9			— 0 .001	— 0 .002	+ 0 .002	— 0 .001
3.	— 0 .003	+ 0 .001	— 0 .006	+ 0 .005	— 0 .007	— 0 .004
4.	+ 0 .020	+ 0 .012	+ 0 .032	+ 0 .016	0 .000	+ 0 .031
5.—9	— 0 .008	— 0 .119	— 0 .011	— 0 .154	+ 0 .078	— 0 .062
6.	— 0 .309	+ 0 .301	— 0 .388	+ 0 .338	— 0 .226	— 0 .041
7.	+ 1 .061	+ 0 .093	+ 1 .184	+ 0 .165	+ 0 .186	+ 0 .253
8.—9	— 0 .947	— 1 .234	— 0 .969	— 1 .348	— 0 .029	— 0 .178
9.	— 0 .176	+ 0 .903	— 0 .185	+ 0 .928	+ 0 .100	+ 0 .057
10.	— 0 .104	+ 0 .158	— 0 .094	+ 0 .167	+ 0 .006	— 0 .054
11.—9	— 0 .020	— 0 .020	— 0 .025	— 0 .026	+ 0 .001	— 0 .009
12.	— 0 .001	— 0 .004	— 0 .001	— 0 .005	+ 0 .001	+ 0 .002
13.			0 .000	+ 0 .001		
3.—10			— 0 .002	+ 0 .001	— 0 .001	— 0 .001
4.	+ 0 .003	+ 0 .004	+ 0 .006	+ 0 .005	— 0 .002	+ 0 .008
5.	+ 0 .006	— 0 .025	+ 0 .008	— 0 .034	+ 0 .026	— 0 .007

$i\varepsilon - i'V$	$(i)a\Omega$		$ar\frac{\partial\Omega}{\partial r}$		$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
6. — 10	— 0″.099	+ 0″.045	— 0″.127	+ 0″.049	— 0″.065	— 0″.041
7.	+ 0 .305	+ 0 .157	+ 0 .345	+ 0 .201	+ 0 .025	+ 0 .150
8.	— 0 .180	— 0 .717	— 0 .159	— 0 .796	+ 0 .100	— 0 .157
9. — 10	— 0 .521	+ 0 .779	— 0 .572	+ 0 .804	— 0 .077	+ 0 .055
10.	+ 0 .471	— 0 .054	+ 0 .483	— 0 .051	+ 0 .013	— 0 .067
11.	+ 0 .109	+ 0 .026	+ 0 .115	+ 0 .018	— 0 .028	+ 0 .007
12. — 10	— 0 .005	+ 0 .016	— 0 .009	+ 0 .019	— 0 .006	— 0 .001
13.	— 0 .003	+ 0 .001	— 0 .003	+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001
14.			+ 0 .001	0 .000		
3. — 11			— 0 .001	0 .000		
4.	0 .000	+ 0 .001	+ 0 .004	+ 0 .001	— 0 .001	+ 0 .001
5.	+ 0 .003	— 0 .005	+ 0 .005	— 0 .009	+ 0 .006	0 .000
6. — 11	— 0 .025	+ 0 .001	— 0 .038	+ 0 .005	— 0 .012	— 0 .019
7.	+ 0 .064	+ 0 .070	+ 0 .083	+ 0 .093	— 0 .012	+ 0 .054
8.	+ 0 .038	— 0 .260	+ 0 .053	— 0 .308	+ 0 .087	— 0 .051
9. — 11	— 0 .415	+ 0 .270	— 0 .464	+ 0 .283	— 0 .106	— 0 .021
10.	+ 0 .523	+ 0 .142	+ 0 .550	+ 0 .160	+ 0 .047	+ 0 .024
11.	— 0 .098	— 0 .216	— 0 .103	— 0 .214	— 0 .041	+ 0 .003
12. — 11	— 0 .001	— 0 .066	+ 0 .002	— 0 .069	+ 0 .009	+ 0 .017
13.	+ 0 .008	— 0 .002	+ 0 .007	— 0 .003	+ 0 .003	0 .000
14.	+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001	+ 0 .002	— 0 .001	0 .000
4. — 12			+ 0 .001	+ 0 .001		
5.	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .001	— 0 .007	+ 0 .002	0 .000
6.	— 0 .006	— 0 .002	— 0 .011	— 0 .002	— 0 .002	— 0 .005
7. — 12	+ 0 .010	+ 0 .022	+ 0 .016	+ 0 .034	— 0 .013	+ 0 .016
8.	+ 0 .042	— 0 .067	+ 0 .053	— 0 .093	+ 0 .043	— 0 .001
9.	— 0 .196	+ 0 .030	— 0 .240	+ 0 .032	— 0 .051	— 0 .052
10. — 12	+ 0 .257	+ 0 .219	+ 0 .285	+ 0 .266	— 0 .010	+ 0 .067
11.	+ 0 .005	— 0 .354	+ 0 .023	— 0 .396	+ 0 .026	— 0 .013
12.	— 0 .142	+ 0 .091	— 0 .164	+ 0 .096	+ 0 .006	— 0 .001
13. — 12	— 0 .012	+ 0 .031	— 0 .005	+ 0 .042	— 0 .001	+ 0 .001
14.	+ 0 .003	— 0 .003	+ 0 .004	— 0 .004		
15.			— 0 .001	— 0 .001		

§ 8.

Nach der HANSEN'schen Methode werden nun die Coordinatenstörungen den folgenden Formeln gemäss berechnet werden (H. I, §§ 19, 9 und 26):

$$\left.\begin{aligned} n_0 z &= n_0 t + n_0 \partial z = \bar{\varepsilon} - e_0 \sin \bar{\varepsilon} \\ \bar{r} \cos \bar{f} &= a_0 \cos \bar{\varepsilon} - a_0 e_0 \\ \bar{r} \sin \bar{f} &= a_0 \cos \varphi_0 \sin \bar{\varepsilon} \\ v &= \bar{f} + \pi_0 \\ r &= \bar{r}\,(1 + \nu) \\ a_0^3 n_0^2 &= k^2 (1 + m) \\ \sin b &= \sin i_0 \sin (v - \theta_0) + s \\ u &= \frac{\bar{r} s}{a_0} \end{aligned}\right\} \tag{34}$$

$n_0 \partial z$, ν und u sind also die zu berechnenden Störungen in der mittleren Anomalie, dem Radius vector und der Breite. Die Bezeichnungen sind dieselben wie bei HANSEN.

Nennen wir t die Zeit, wenn sie durch Elimination von Elementen in die Differentialausdrücke eingeführt worden ist, und die davon abhängende excentrische Anomalie ε, dagegen τ und η die entsprechenden Grössen, wenn sie schon vom Anfange in den Differentialausdrücken *explicite* vorkommen, so gelten die Gleichungen (H. II, § 38):

$$\left.\begin{aligned} T &= \frac{dW}{d\varepsilon} = Ma \frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} + Nar \frac{\partial \Omega}{\partial r} \\ M &= \frac{1}{\cos^2 \varphi} \{ -(3 - \tfrac{3}{2} e^2) + 2e \cos \varepsilon - \tfrac{1}{2} e^2 \cos 2\varepsilon + e^2 \cos (\eta + \varepsilon) - 3e \cos \eta + \\ &\qquad + (4 - e^2) \cos (\eta - \varepsilon) - e \cos (\eta - 2\varepsilon) \} \\ N &= \frac{1}{\cos^2 \varphi} \{ e \sin \varepsilon - \tfrac{1}{2} e^2 \sin 2\varepsilon + e^2 \sin (\eta + \varepsilon) - e \sin \eta - \\ &\qquad - (2 - e^2) \sin (\eta - \varepsilon) + e \sin (\eta - 2\varepsilon) \} \end{aligned}\right\} \tag{35}$$

Man bekommt:

$$\overline{W} = \int T d\varepsilon \tag{36}$$

wo der Strich bezeichnet, dass *nach der Integration* $\eta = \varepsilon$ gesetzt werden soll.

Ferner ergiebt sich:

$$(37)\qquad \begin{cases} n_0 z = n_0 t + c_0 + n_0 \int \overline{W}\, dt \\ \nu = C - \frac{1}{2}\int \left(\frac{\partial \bar{W}}{\partial \tau}\right) dt \\ \frac{dz}{dt} = \frac{h_0}{h(1+\nu)^2}; \quad h = \frac{k\sqrt{(1+m)}}{\sqrt{p}} \end{cases}$$

wo p der halbe Parameter bedeutet. In der Gleichung für ν bezeichnet der Strich über $\frac{\partial W}{\partial \tau}$, dass *nach der Differentiation* τ in t oder η in ε zu vertauschen ist. Die dritte Formel dient zur Controlle.

Für die Breitenstörung hat man (H. II, § 43):

$$(38)\qquad \begin{cases} U = Q\,.\,a^2 \frac{\partial \Omega}{\partial Z}\cos i = \frac{dR}{d\varepsilon} \\ Q = e\sin\varepsilon - \frac{1}{2}e^2\sin 2\varepsilon + \frac{1}{2}e^2\sin(\eta+\varepsilon) - \frac{3}{2}e\sin\eta + (1+\frac{1}{2}e^2)\sin(\eta-\varepsilon) - \\ \qquad - \frac{1}{2}e\sin(\eta - 2\varepsilon) \\ u = \bar{R} = \int U\, d\varepsilon \\ u = \int \left(\frac{\partial \bar{R}}{\partial \tau}\right).\, dt \quad \text{(H. I, § 27)} \end{cases}$$

In der dritten dieser Gleichungen bedeutet der Strich, dass *nach der Integration* $\eta = \varepsilon$ zu setzen ist, und in der vierten, dass *nach der Differentiation* dieselbe Vertauschung auszuführen ist.

Setzt man nun (H. II, § 38):

$$(39)\qquad (i)a\Omega = \sum\sum \beta(i\,.\,i'\,.\,c)\cos(i\varepsilon - i'V) + \sum\sum \beta(i\,.\,i'\,.\,s)\sin(i\varepsilon - i'V)$$

so wird:

$$(40)\qquad a\frac{\partial \Omega}{\partial \varepsilon} = -\sum\sum \beta(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon - i'V) + \sum\sum \beta(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon - i'V)$$

und wenn ferner:

$$(41)\qquad ar\frac{\partial \Omega}{\partial r} = \tfrac{1}{2}c(0\,.\,0\,.\,c) + \sum\sum c(i\,.\,i'\,.\,c)\cos(i\varepsilon - i'V) + \sum\sum c(i\,.\,i'\,.\,s)\sin(i\varepsilon - i'V)$$

gesetzt wird, so bekommt man:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dW}{d\varepsilon} = \tfrac{1}{2}F(0\,.\,0\,.\,s) + \sum\sum \{&F(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon - i'V) - F(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon - i'V) + \\ &+ G(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon - \eta - i'V) - G(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon - \eta - i'V) + \\ &+ H(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon + \eta - i'V) - H(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon + \eta - i'V)\}\end{aligned}\right\} \quad (42)$$

wo ich die trigonometrische Form beibehalten habe; HANSEN wendet bekanntlich Exponentialfunctionen an.

Für die Coefficienten F, G und $H(i\,.\,i'\,.\,s)$ gelten folgende Formeln, von denen ich diejenigen für $i' = 0$ unten vollständig entwickelt habe, da diese Coefficienten für die Berechnung der secularen Glieder wichtig sind und da ausserdem Unsicherheit bei der Berechnung derselben nach den allgemeinen Formeln leicht entsteht (H. II, § 39):

$$\left.\begin{aligned}G(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&A_{-1}\beta(i+1\,.\,i'\,.\,c) + A_0\beta(i\,.\,i'\,.\,c) + A_1\beta(i-1\,.\,i'\,.\,c) + A_2\beta(i-2\,.\,i'\,.\,c) + \\ &+ C_{-1}c(i+1\,.\,i'\,.\,c) + C_0\,c(i\,.\,i'\,.\,c) + C_1\,c(i-1\,.\,i'\,.\,c) + C_2\,c(i-2\,.\,i'\,,c) \\ H(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&A_{-1}\beta(i-1\,.\,i'\,.\,c) + A_0\beta(i\,.\,i'\,.\,c) + A_1\beta(i+1\,.\,i'\,.\,c) + A_2\beta(i+2\,.\,i'\,.\,c) - \\ &- C_{-1}c(i-1\,.\,i'\,.\,c) - C_0\,c(i\,.\,i'\,.\,c) - C_1\,c(i+1\,.\,i'\,.\,c) - C_2\,c(i+2\,.\,i'\,.\,c) \\ F(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&-\tfrac{1}{2}\{G(i+1\,.\,i'\,.\,c) + H(i-1\,.\,i'\,.\,c)\} - \beta(i\,.\,i'\,.\,c)\end{aligned}\right\} \quad (43)$$

wo

$$A_{-1} = \frac{e^2}{2\cos^2\varphi};\quad A_0 = -\frac{3e}{2\cos^2\varphi};\quad A_1 = \frac{4-e^2}{2\cos^2\varphi};\quad A_2 = -\frac{e}{2\cos^2\varphi}$$

$$C_{-1} = \frac{e^2}{2\cos^2\varphi};\quad C_0 = -\frac{e}{2\cos^2\varphi};\quad C_1 = -\frac{2-e^2}{2\cos^2\varphi};\quad C_2 = \frac{e}{2\cos^2\varphi}$$

und analog für $G(i\,.\,i'\,.\,s)$ u. s. w.

Für die Breitenstörungen hat man (H. II, § 43):

$$a^2\frac{\partial\Omega}{\partial Z} = \tfrac{1}{2}d(0\,.\,0\,.\,c) + \sum\sum d(i\,.\,i'\,.\,c)\cos(i\varepsilon - i'V) + \sum\sum d(i\,.\,i'\,.\,s)\sin(i\varepsilon - i'V) \quad (44)$$

und

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{\cos i}\frac{dR}{d\varepsilon} = \tfrac{1}{2}T(0\,.\,0\,.\,s) + \sum\sum \{&T(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon - i'V) - T(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon - i'V) + \\ &+ U(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon - \eta - i'V) - U(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon - \eta - i'V) + \\ &+ V(i\,.\,i'\,.\,s)\cos(i\varepsilon + \eta - i'V) - V(i\,.\,i'\,.\,c)\sin(i\varepsilon + \eta - i'V)\}\end{aligned}\right\} \quad (45)$$

wo:

$$\left.\begin{aligned}U(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&N_{-1}d(i+1\,.\,i'\,.\,c) + N_0d(i\,.\,i'\,.\,c) + N_1d(i-1\,.\,i'\,.\,c) + N_2d(i-2\,.\,i'\,.\,c) \\ V(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&-N_{-1}d(i-1\,.\,i'\,.\,c) - N_0d(i\,.\,i'\,.\,c) - N_1d(i+1\,.\,i'\,.\,c) - N_2d(i+2\,.\,i'\,.\,c) \\ T(i\,.\,i'\,.\,c) = {}&-U(i+1\,.\,i'\,.\,c) - V(i-1\,.\,i'\,.\,c)\end{aligned}\right\} \quad (46)$$

und

$$N_{-1} = \frac{e^2}{4};\quad N_0 = -\frac{3e}{4};\quad N_1 = \frac{2+e^2}{4};\quad N_2 = -\frac{e}{4}$$

Für $i' = 0$ hat man:

47)
$$
\begin{aligned}
\tfrac{1}{2}F(0.0.s) &= B_2\beta(2.0.s) + B_1\beta(1.0.s) - D_1 c(1.0.s) - D_2 c(2.0.s)\\
F(1.0.s) &= B_0\beta(1.0.s) + B_2\beta(1.0.s) + B_2\beta(3.0.s) + B_1\beta(2.0.s) - D_1 c(2.0.s) - \\
&\quad - D_2 c(1.0.s) - D_2 c(3.0.s)\\
F(2.0.s) &= B_0\beta(2.0.s) + B_1\beta(1.0.s) + B_1\beta(3.0.s) + B_2\beta(4.0.s) - D_1 c(3.0.s) + \\
&\quad + D_1 c(1.0.s) - D_2 c(4.0.s)\\
F(1.0.c) &= B_0\beta(1.0.c) + B_1\beta(2.0.c) - B_2\beta(1.0.c) + B_2\beta(3.0.c) - D_1 c(2.0.c) + \\
&\quad + D_1 c(0.0.c) + D_2 c(1.0.c) - D_2 c(3.0.c)\\
F(2.0.c) &= B_0\beta(2.0.c) + B_1\beta(1.0.c) + B_1\beta(3.0.c) + B_2\beta(4.0.c) + D_1 c(1.0.c) - \\
&\quad - D_1 c(3.0.c) + D_2 c(0.0.c) - D_2 c(4.0.c)\\
G(1.0.c) &= A_{-1}\beta(2.0.c) + A_0\beta(1.0.c) - A_2\beta(1.0.c) + C_{-1}c(2.0.c) + C_0 c(1.0.c) + \\
&\quad + C_1 c(0.0.c) + C_2 c(1.0.c)\\
G(2.0.c) &= A_{-1}\beta(3.0.c) + A_0\beta(2.0.c) + A_1\beta(1.0.c) + C_{-1}c(3.0.c) + C_0 c(2.0.c) + \\
&\quad + C_1 c(1.0.c) + C_2 c(0.0.c)\\
H(0.0.c) &= A_1\beta(1.0.c) - A_{\ 1}\beta(1.0.c) + A_2\beta(2.0.c) - C_{\ 1}c(1.0.c) - C_0 c(0.0.c) - \\
&\quad - C_1 c(1.0.c) - C_2 c(2.0.c)\\
H(1.0.c) &= A_0\beta(1.0.c) + A_1\beta(2.0.c) + A_2\beta(3.0.c) - C_{-1}c(0.0.c) - C_0 c(1.0.c) - \\
&\quad - C_1 c(2.0.c) - C_2 c(3.0.c)\\
H(2.0.c) &= A_{-1}\beta(1.0.c) + A_0\beta(2.0.c) + A_1\beta(3.0.c) + A_2\beta(4.0.c) - C_{-1}c(1.0.c) - \\
&\quad - C_0 c(2.0.c) - C_1 c(3.0.c) - C_2 c(4.0.c)\\
G(1.0.s) &= A_{\ 1}\beta(2.0.s) + A_0\beta(1.0.s) + A_2\beta(1.0.s) + C_{-1}c(2.0.s) + C_0 c(1.0.s) - \\
&\quad - C_2 c(1.0.s)\\
G(2.0.s) &= A_{-1}\beta(3.0.s) + A_0\beta(2.0.s) + A_1\beta(1.0.s) + C_{-1}c(3.0.s) + C_0 c(2.0.s) + \\
&\quad + C_1 c(1.0.s)\\
H(0.0.s) &= A_{-1}\beta(1.0.s) + A_1\beta(1.0.s) + A_2\beta(2.0.s) + C_{-1}c(1.0.s) - C_1 c(1.0.s) - \\
&\quad - C_2 c(2.0.s)\\
H(1.0.s) &= A_0\beta(1.0.s) + A_1\beta(2.0.s) + A_2\beta(3.0.s) - C_0 c(1.0.s) - C_1 c(2.0.s) - \\
&\quad - C_2 c(3.0.s)\\
H(2.0.s) &= A_{-1}\beta(1.0.s) + A_0\beta(2.0.s) + A_1\beta(3.0.s) + A_2\beta(4.0.s) - \\
&\quad - C_{-1}c(1.0.s) - C_0 c(2.0.s) - C_1 c(3.0.s) - C_2 c(4.0.s)\\
\tfrac{1}{2}T(0.0.s) &= -M_1 d(1.0.s) - M_2 d(2.0.s)\\
T(1.0.s) &= -M_1 d(2.0.s) - M_2 d(1.0.s) - M_2 d(3.0.s)\\
T(2.0.s) &= M_1 d(1.0.s) - M_1 d(3.0.s) - M_2 d(4.0.s)\\
T(1.0.c) &= M_1 d(0.0.c) - M_1 d(2.0.c) + M_2 d(1.0.c) - M_2 d(3.0.c)\\
T(2.0.c) &= M_1 d(1.0.c) - M_1 d(3.0.c) + M_2 d(0.0.c) - M_2 d(4.0.c)\\
V(0.0.s) &= N_{-1}d(1.0.s) - N_1 d(1.0.s) - N_2 d(2.0.s)\\
V(1.0.s) &= -N_0 d(1.0.s) - N_1 d(2.0.s) - N_2 d(3.0.s)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
V(2.0.s) &= -N_{-1}d(1.0.s) - N_0 d(2.0.s) - N_1 d(3.0.s) - N_2 d(4.0.s)\\
U(1.0.s) &= \quad N_{1}d(2.0.s) + N_0 d(1.0.s) - N_2 d(1.0.s)\\
U(2.0.s) &= \quad N_{1}d(3.0.s) + N_0 d(2.0.s) + N_1 d(1.0.s)\\
V(0.0.c) &= -N_{-1}d(1.0.c) - N_0 d(0.0.c) - N_1 d(1.0.c) - N_2 d(2.0.c)\\
V(1.0.c) &= -N_{-1}d(0.0.c) - N_0 d(1.0.c) - N_1 d(2.0.c) - N_2 d(3.0.c)\\
V(2.0.c) &= -N_{-1}d(1.0.c) - N_0 d(2.0.c) - N_1 d(3.0.c) - N_2 d(4.0.c)\\
U(1.0.c) &= \quad N_{1}d(2.0.c) + N_0 d(1.0.c) + N_1 d(0.0.c) + N_2 d(1.0.c)\\
U(2.0.c) &= \quad N_{1}d(3.0.c) + N_0 d(2.0.c) + N_1 d(1.0.c) + N_2 d(0.0.c)
\end{aligned}
$$

wo

$$B_0 = -\frac{6-3e^2}{2\cos^2\varphi};\quad B_1 = \frac{e}{\cos^2\varphi};\quad B_2 = -\frac{e^2}{4\cos^2\varphi}$$

$$D_1 = -\frac{e}{2\cos^2\varphi};\quad D_2 = \frac{e^2}{4\cos^2\varphi}$$

$$M_1 = -\frac{e}{2};\quad M_2 = \frac{e^2}{4}$$

Ich habe die Berechnung der Coefficienten F, G, H, T, U und V dadurch controllirt, dass ich die von den obigen Formeln angegebenen Rechenoperationen mit den Summen für jedes i ausgeführt habe ($\varepsilon' = 0$ gesetzt), was ich richtiger finde, als diese Summen für jedes i' zu bilden ($\varepsilon = 0$), da M, N und Q [(35) und (38)] nur ε enthalten.

Übrigens will ich bemerken, dass es vortheilhaft ist statt der Coefficienten A_1, C_1 und N_1 die Coefficienten $A_1 - 2$, $C_1 + 1$ und $N_1 - \frac{1}{2}$ anzuwenden, da die Rechnung dadurch kürzer wird.

$i. - i'$	$F(i.i'.c)$	$F(i.i'.s)$	$G(i.i'.c)$	$G(i.i'.s)$	$H(i.i'.c)$	$H(i.i'.s)$
0.0	0″.00000	− 0″.16279			− 5″.26498	− 2″.46172
1.0	+ 2 .74279	+ 1 .27257	− 40″.3630	+ 0″.16279	− 2 .4765	+ 1 .2203
2.0	+ 2 .0154	− 0 .9277	+ 2 .5521	+ 0 .73447	+ 0 .3671	+ 0 .0887
3.0	− 0 .2609	− 0 .0790	− 0 .2750	− 0 .0015	+ 0 .007	− 0 .045
4.0	− 0 .004	+ 0 .033	− 0 .0125	+ 0 .0177	− 0 .006	+ 0 .002
5.0	+ 0 .005	− 0 .002	− 0 .001	0 .000	+ 0 .001	0 .000
6.0			0 .000	0 .000		
7.0			− 0 .001	0 .000		
−5.−1	− 0 .004	− 0 .001			− 0 .004	+ 0 .001
−4.	+ 0 .001	+ 0 .006	+ 0 .003	+ 0 .001	+ 0 .006	+ 0 .007
−3.	+ 0 .045	− 0 .011	+ 0 .003	− 0 .009	+ 0 .006	− 0 .076
−2.−1	− 0 .216	− 0 .250	− 0 .066	+ 0 .008	− 0 .431	+ 0 .408
−1.	− 0 .238	+ 0 .915	+ 0 .293	+ 0 .400	+ 5 .349	+ 4 .493
0.	− 0 .488	− 1 .417	+ 0 .624	− 1 .736	− 12 .441	− 34 .111

$i.-i'$	$F(i.i'.c)$	$F(i.i'.s)$	$G(i.i'.c)$	$G(i.i'.s)$	$H(i.i'.c)$	$H(i.i'.s)$
1.—1	+ 7″.000	+ 18″.857	— 4″.438	— 1″.814	+ 2″.258	+ 1″.619
2.	— 2 .354	— 0 .587	+ 3 .155	+ 8 .973	+ 1 .619	+ 1 .863
3.	— 1 .413	— 1 .617	+ 0 .776	— 1 .074	— 0 .032	— 0 .226
4.—1	+ 0 .014	+ 0 .166	+ 0 .248	+ 0 .322	— 0 .030	+ 0 .001
5.	+ 0 .024	0 .000	+ 0 .008	— 0 .002	+ 0 .003	+ 0 .003
6.	— 0 .004	— 0 .003	— 0 .002	— 0 .001		
7.—1			+ 0 .002	+ 0 .001		
—5.—2					— 0 .001	0 .000
—4.					+ 0 .003	+ 0 .001
—3.	+ 0 .009	— 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .005	— 0 .024
—2.—2	— 0 .027	— 0 .044	— 0 .015	+ 0 .001	— 0 .188	+ 0 .102
—1.	— 0 .122	+ 0 .205	+ 0 .035	+ 0 .080	+ 0 .704	+ 1 .299
0.	+ 0 .741	— 0 .925	+ 0 .333	— 0 .406	+ 15 .7146	— 19 .5766
1.—2	— 13 .89880	+ 14 .87170	— 2 .0464	+ 0 .3750	— 119 .7879	+ 96 .2931
2.	+ 114 .192	— 91 .706	+ 5 .5024	— 2 .3830	— 2 .161	— 2 .215
3.	+ 3 .655	+ 1 .238	— 32 .541	+ 26 .083	+ 1 .015	— 1 .721
4.—2	— 0 .859	+ 1 .552	— 2 .017	+ 0 .028	— 0 .101	+ 0 .049
5.	+ 0 .075	— 0 .022	+ 0 .177	— 0 .349	+ 0 .004	+ 0 .021
6.	— 0 .001	— 0 .018	— 0 .002	— 0 .012	+ 0 .003	— 0 .005
7.—2	— 0 .003	+ 0 .003	— 0 .003	+ 0 .003		
8.			+ 0 .001	0 .000		
—4.—3					+ 0 .001	+ 0 .001
—3.					+ 0 .004	— 0 .006
—2.	— 0 .005	— 0 .009	— 0 .001	— 0 .001	— 0 .056	+ 0 .009
—1.—3	— 0 .025	+ 0 .036	+ 0 .004	+ 0 .017	+ 0 .159	+ 0 .380
0.	+ 0 .220	— 0 .186	+ 0 .085	— 0 .066	+ 4 .2903	— 3 .4119
1.	— 3 .99195	+ 2 .21131	— 0 .5478	— 0 .0549	— 40 .4526	+ 5 .3343
2.—3	+ 37 .311	— 5 .405	+ 1 .9360	+ 0 .3470	+ 83 .821	+ 52 .182
3.	— 80 .749	— 50 .605	— 11 .185	+ 0 .714	+ 0 .217	+ 3 .695
4.	— 1 .063	— 4 .318	+ 24 .086	+ 15 .194	— 1 .432	— 0 .242
5.—3	+ 1 .302	+ 0 .163	+ 0 .700	+ 1 .732	+ 0 .034	+ 0 .031
6.	— 0 .016	— 0 .024	— 0 .320	— 0 .014	+ 0 .016	— 0 .005
7.	— 0 .015	+ 0 .003	— 0 .006	+ 0 .002	— 0 .003	— 0 .002
8.—3	+ 0 .003	+ 0 .003	+ 0 .004	0 .000		
9.			— 0 .001	— 0 .002		
—4.—4					+ 0 .001	0 .000
—3.					0 .000	— 0 .005
—2.	0 .000	0 .000	— 0 .001	0 .000	— 0 .001	— 0 .003
—1.—4	— 0 .005	+ 0 .007	0 000	+ 0 .005	+ 0 .024	+ 0 .103
0.	+ 0 .048	— 0 .033	+ 0 .007	— 0 .008	+ 0 .894	— 0 .526
1.	— 0 .789	+ 0 .185	— 0 .107	— 0 .048	— 7 .874	— 2 .439
2.—4	+ 6 .970	+ 2 .389	+ 0 .333	+ 0 .335	+ 17 .018	+ 30 .975
3.	— 16 .421	— 29 .227	— 1 .801	— 1 .436	+ 12 .976	— 57 .548
4.	— 12 .856	+ 55 .849	+ 4 .630	+ 9 .295	+ 2 .871	— 1 .874
5.—4	— 3 .048	+ 2 .442	+ 3 .999	— 17 .081	+ 0 .220	+ 0 .970
6.	— 0 .247	— 0 .877	+ 1 .100	— 1 .027	— 0 .003	— 0 .002
7.	+ 0 .003	— 0 .010	+ 0 .085	+ 0 .222	— 0 .006	— 0 .011
8.—4	+ 0 .003	+ 0 .010	— 0 .003	+ 0 .011	0 .000	+ 0 .003
9.	0 .000	— 0 .003	+ 0 .002	— 0 .002		
10.			0 .000	+ 0 .001		

$i.\ -i'$	$F(i\,.\,i'\,.\,c)$	$F(i\,.\,i'\,.\,s)$	$G(i\,.\,i'\,.\,c)$	$G(i\,.\,i'\,.\,s)$	$H(i\,.\,i'\,.\,c)$	$H(i\,.\,i'\,.\,s)$
−3. −5					0″.000	− 0″.001
−2.					− 0 .005	− 0 .001
−1.	0″.000	+ 0″.001	0″.000	+ 0″.001	− 0 .001	+ 0 .026
0. −5	+ 0 .012	− 0 .006	+ 0 .005	− 0 .001	+ 0 .187	− 0 .0732
1.	− 0 .140	− 0 .005	− 0 .019	− 0 .016	− 1 .2602	− 0 .9249
2.	+ 0 .98547	+ 0 .89373	+ 0 .0279	+ 0 .1011	+ 0 .5684	+ 8 .6195
3. −5	− 0 .452	− 8 .000	− 0 .0667	− 0 .4590	+ 17 .542	− 20 .269
4.	− 16 .724	+ 19 .583	− 0 .351	+ 2 .503	− 33 .572	+ 3 .734
5.	+ 32 .753	− 3 .445	+ 5 .504	− 5 .980	− 2 .289	− 1 .441
6. −5	+ 2 .616	+ 1 .429	− 10 .170	+ 1 .024	+ 0 .528	− 0 .378
7.	− 0 .467	+ 0 .377	− 0 .986	− 0 .478	+ 0 .017	+ 0 .003
8.	− 0 .024	− 0 .001	+ 0 .115	− 0 .115	− 0 .005	+ 0 .007
9. −5	+ 0 .004	− 0 .006	+ 0 .012	0 .000	+ 0 .003	+ 0 .002
10.	− 0 .003	− 0 .003	0 .000	+ 0 .001		
11.			+ 0 .001	+ 0 .002		
−2. −6					− 0 .001	0 .000
−1.					+ 0 .001	+ 0 .004
0.	+ 0 .002	0 .000	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .041	− 0 .009
1. −6	− 0 .025	− 0 .005	− 0 .004	− 0 .004	− 0 .187	− 0 .234
2.	+ 0 .113	+ 0 .211	− 0 .004	+ 0 .021	− 0 .542	+ 1 .759
3.	+ 0 .564	− 1 .557	+ 0 .049	− 0 .087	+ 7 .086	− 3 .162
4. −6	− 6 .710	+ 2 .973	− 0 .367	+ 0 .388	− 17 .495	− 6 .734
5.	+ 16 .965	+ 6 .444	+ 2 .254	− 0 .662	+ 8 .007	+ 16 .984
6.	− 7 .698	− 16 .656	− 5 .351	− 2 .217	− 0 .319	+ 1 .908
7. −6	+ 0 .257	− 2 .072	+ 2 .381	+ 5 .231	− 0 .348	− 0 .209
8.	+ 0 .338	+ 0 .174	− 0 .068	+ 0 .745	− 0 .006	− 0 .020
9.	+ 0 .009	+ 0 .019	− 0 .101	− 0 .040	+ 0 .006	+ 0 .001
10. −6	− 0 .006	− 0 .001	− 0 .003	− 0 .005		
11.			+ 0 .002	0 .000		
−1. −7					+ 0 .001	+ 0 .001
0.					+ 0 .011	− 0 .001
1.	− 0 .007	− 0 .002	− 0 .001	− 0 .001	− 0 .023	− 0 .055
2. −7	+ 0 .005	+ 0 .044	− 0 .001	+ 0 .004	− 0 .214	+ 0 .308
3.	+ 0 .212	− 0 .246	+ 0 .021	− 0 .010	+ 1 .861	− 0 .069
4.	− 1 .724	+ 0 .021	− 0 .109	+ 0 .022	− 4 .373	− 4 .541
5. −7	+ 4 .186	+ 4 .341	+ 0 .537	+ 0 .141	− 0 .332	+ 12 .402
6.	+ 0 .288	− 12 .062	− 1 .211	− 1 .524	+ 7 .354	− 7 .072
7.	− 7 .248	+ 6 .851	− 0 .187	+ 3 .870	+ 1 .260	− 0 .291
8. −7	− 1 .344	+ 0 .333	+ 2 .285	− 2 .142	− 0 .037	+ 0 .260
9.	+ 0 .016	− 0 .238	+ 0 .481	− 0 .111	− 0 .015	+ 0 .010
10.	+ 0 .015	− 0 .010	+ 0 .005	+ 0 .060	0 .000	− 0 .006
11. −7	0 .000	+ 0 .006	− 0 .005	+ 0 .001		
12.			0 .000	− 0 .002		
0. −8					+ 0 .001	− 0 .001
1.					− 0 .001	− 0 .009
2.	− 0 .002	+ 0 .005	− 0 .001	+ 0 .001	− 0 .059	+ 0 .046
3. −8	+ 0 .055	− 0 .029	+ 0 .004	+ 0 .002	+ 0 .396	+ 0 .122
4.	− 0 .354	− 0 .130	− 0 .023	− 0 .010	− 0 .618	− 1 .579
5.	+ 0 .559	+ 1 .499	+ 0 .090	+ 0 .087	− 2 .129	+ 4 .272

$i.-i'$	$F(i.i'.c)$	$F(i.i'.s)$	$G(i.i'.c)$	$G(i.i'.s)$	$H(i.i'.c)$	$H(i.i'.s)$
6.—8	+ 2″.045	— 4″.121	— 0″.082	— 0″.516	+ 7″.520	— 2″.410
7.	— 7 .335	+ 2 .363	— 0 .761	+ 1 .287	— 4 .813	— 2 .524
8.	+ 4 .680	+ 2 .513	+ 2 .383	— 0 .714	— 0 .471	— 0 .687
9.—8	+ 0 .503	+ 0 .721	— 1 .468	— 0 .796	+ 0 .149	— 0 .042
10.	— 0 .131	+ 0 .049	— 0 .171	— 0 .257	+ 0 .007	+ 0 .004
11.	— 0 .006	— 0 .003	+ 0 .029	— 0 .017	— 0 .003	+ 0 .003
12.—8	+ 0 .005	— 0 .003	0 .000	+ 0 .001		
13.			— 0 .001	+ 0 .001		
1.—9					— 0 .001	— 0 .002
2.					— 0 .014	+ 0 .006
3.	+ 0 .012	— 0 .002	+ 0 .001	+ 0 .002	+ 0 .072	+ 0 .049
4.—9	— 0 .060	— 0 .050	— 0 .003	— 0 .005	— 0 .005	— 0 .414
5.	— 0 .012	+ 0 .389	+ 0 .007	+ 0 .027	— 1 .082	+ 0 .942
6.	+ 1 .040	— 0 .894	+ 0 .044	— 0 .125	+ 3 .397	+ 0 .419
7.—9	— 3 .292	— 0 .400	— 0 .380	+ 0 .244	— 2 .926	— 3 .892
8.	+ 2 .861	+ 3 .802	+ 1 .065	+ 0 .195	— 0 .471	+ 2 .810
9.	+ 0 .490	— 2 .737	— 0 .901	— 1 .244	— 0 .289	+ 0 .427
10.—9	+ 0 .305	— 0 .448	— 0 .156	+ 0 .857	— 0 .058	— 0 .077
11.	+ 0 .057	+ 0 .066	— 0 .112	+ 0 .154	— 0 .002	— 0 .012
12.	+ 0 .005	+ 0 .012	— 0 .015	— 0 .014	0 .000	+ 0 .001
13.—9			— 0 .001	— 0 .003		
14.			0 .000	— 0 .001		
2.—10					— 0 .002	+ 0 .001
3.					+ 0 .012	+ 0 .015
4.	— 0 .009	— 0 .014	+ 0 .002	— 0 .001	+ 0 .027	— 0 .088
5.—10	— 0 .030	+ 0 .081	— 0 .001	+ 0 .006	— 0 .354	+ 0 .128
6.	+ 0 .336	— 0 .116	+ 0 .020	— 0 .023	+ 0 .975	+ 0 .563
7.	— 0 .936	— 0 .546	— 0 .119	+ 0 .014	— 0 .503	— 2 .299
8.—10	+ 0 .496	+ 2 .239	+ 0 .286	+ 0 .215	— 1 .637	+ 2 .418
9.	+ 1 .607	— 2 .369	— 0 .128	— 0 .744	+ 1 .454	— 0 .212
10.	— 1 .420	+ 0 .190	— 0 .534	+ 0 .762	+ 0 .302	+ 0 .071
11.—10	— 0 .312	— 0 .077	+ 0 .444	— 0 .060	— 0 .025	+ 0 .049
12.	+ 0 .018	— 0 .047	+ 0 .104	+ 0 .031	— 0 .009	+ 0 .002
13.	+ 0 .009	— 0 .001	— 0 .001	+ 0 .013	+ 0 .001	
14.—10			— 0 .003	+ 0 .001		
15.			— 0 .001	0 .000		
2.—11					— 0 .001	0 .000
3.					+ 0 .004	+ 0 .003
4.	0 .000	— 0 .003	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .013	— 0 .019
5.—11	— 0 .012	+ 0 .015	— 0 .004	+ 0 .001	— 0 .093	+ 0 .002
6.	+ 0 .082	+ 0 .006	+ 0 .005	— 0 .001	+ 0 .210	+ 0 .252
7.	— 0 .188	— 0 .239	— 0 .021	— 0 .015	+ 0 .155	— 0 .853
8.—11	— 0 .157	+ 0 .810	+ 0 .037	+ 0 .085	— 1 .336	+ 0 .832
9.	+ 1 .302	— 0 .805	+ 0 .082	— 0 .248	+ 1 .653	+ 0 .441
10.	— 1 .625	— 0 .440	— 0 .438	+ 0 .238	— 0 .336	— 0 .652
11.—11	+ 0 .313	+ 0 .647	+ 0 .531	+ 0 .154	+ 0 .008	— 0 .186
12.	— 0 .001	+ 0 .190	— 0 .094	— 0 .210	+ 0 .023	0 .000
13.	— 0 .024	+ 0 .001	— 0 .005	— 0 .063	0 .000	+ 0 .004
14.—11	— 0 .003	— 0 .003	+ 0 .009	+ 0 .001		
15.			+ 0 .003	0 .000		

$i. - i'$	$F(i\,.\,i'\,.\,c)$	$F(i\,.\,i'\,.\,s)$	$G(i\,.\,i'\,.\,c)$	$G(i\,.\,i'\,.\,s)$	$H(i\,.\,i'\,.\,c)$	$H(i\,.\,i'\,.\,s)$
3. — 12					+ 0″.001	+ 0″.001
4.					+ 0 .003	— 0 .007
5.	— 0″.004	0″.000	— 0″.001	— 0″.001	— 0 .024	— 0 .008
6. — 12	+ 0 .020	+ 0 .009	+ 0 .002	+ 0 .007	+ 0 .034	+ 0 .083
7.	— 0 .026	— 0 .074	— 0 .003	— 0 .005	+ 0 .152	— 0 .230
8.	— 0 .149	+ 0 .204	— 0 .003	+ 0 .020	— 0 .654	+ 0 .080
9. — 12	+ 0 .616	— 0 .067	+ 0 .062	— 0 .044	+ 0 .813	+ 0 .729
10.	— 0 .776	— 0 .693	— 0 .186	— 0 .006	+ 0 .026	— 1 .126
11.	— 0 .021	+ 1 .078	+ 0 .225	+ 0 .220	— 0 .448	+ 0 .299
12. — 12	+ 0 .426	— 0 .281	+ 0 .006	— 0 .323	— 0 .020	+ 0 .098
13.	+ 0 .032	— 0 .090	— 0 .119	+ 0 .082	+ 0 .011	— 0 .012
14.	— 0 .010	+ 0 .010	— 0 .019	+ 0 .020		
15. — 12			+ 0 .002	— 0 .002		

$i. - i'$	$T(i\,.\,i'\,.\,c)$	$T(i\,.\,i'\,.\,s)$	$U(i\,.\,i'\,.\,c)$	$U(i\,.\,i'\,.\,s)$	$V(i\,.\,i'\,.\,c)$	$V(i\,.\,i'\,.\,s)$
0.0	0″.00000	+ 0″.10710	0″.00000	0″.00000	+ 5″.60698	— 0″.80992
1.0	— 0 .07456	+ 0 .01301	+ 2 .03421	— 0 .05356	— 0 .9069	— 0 .1433
2.0	+ 0 .3653	— 0 .05748	— 5 .5324	+ 0 .7969	+ 0 .0089	+ 0 .0724
3.0	— 0 .0366	— 0 .0129	+ 0 .5416	+ 0 .2009	+ 0 .0121	— 0 .0052
4.0	— 0 .0017	+ 0 .0040	+ 0 .0280	— 0 .0595	— 0 .002	— 0 .001
5.0	+ 0 .001	0 .000	— 0 .0104	+ 0 .0012		
6.0			+ 0 .001	+ 0 .001		
— 5. — 1					+ 0 .002	0 .000
— 4.	0 .000	+ 0 .002			— 0 .001	— 0 .018
— 3.	+ 0 .006	— 0 .003	— 0 .002	— 0 .002	— 0 .098	+ 0 .051
— 2. — 1	— 0 .046	— 0 .045	— 0 .005	+ 0 .021	+ 0 .705	+ 0 .647
— 1.	+ 0 .052	+ 0 .262	+ 0 .144	— 0 .006	— 0 .940	— 3 .961
0.	— 0 .019	— 0 .029	— 0 .757	— 0 .909	+ 1 .034	+ 1 .340
1. — 1	+ 0 .051	— 0 .055	+ 0 .959	+ 3 .990	— 1 .719	— 3 .157
2.	+ 0 .064	+ 0 .054	— 1 .085	— 1 .285	+ 0 .114	+ 0 .473
3.	— 0 .112	— 0 .205	+ 1 .655	+ 3 .103	+ 0 .039	— 0 .003
4. — 1	+ 0 .001	+ 0 .019	— 0 .002	— 0 .268	— 0 .005	— 0 .008
5.	+ 0 .003	+ 0 .001	— 0 .040	— 0 .016	— 0 .001	+ 0 .002
6.	0 .000	— 0 .001	+ 0 .002	+ 0 .007		
7. — 1			+ 0 .001	— 0 .001		
— 5. — 2					+ 0 .001	0 .000
— 4.					+ 0 .001	— 0 .004
— 3.	+ 0 .001	— 0 .001	— 0 .001	0 .000	— 0 .026	+ 0 .008
— 2. — 2	— 0 .006	— 0 .010	— 0 .002	+ 0 .005	+ 0 .102	+ 0 .147
— 1.	— 0 .044	+ 0 .075	+ 0 .032	+ 0 .002	+ 0 .641	— 1 .149
0.	+ 0 .316	— 0 .184	— 0 .058	— 0 .222	— 4 .7042	+ 2 .9908
1. — 2	+ 0 .0211	+ 0 .0017	— 0 .9567	+ 1 .3326	+ 0 .6372	— 1 .3572
2.	— 0 .216	+ 0 .091	+ 4 .6831	— 2 .9925	— 1 .416	+ 1 .618
3.	+ 0 .015	— 0 .074	— 0 .421	+ 1 .266	+ 0 .196	— 0 .143

$i.-i'$	$T(i\,.\,i'\,.\,c)$	$T(i\,.\,i'\,.\,s)$	$U(i\,.\,i'\,.\,c)$	$U(i\,.\,i'\,.\,s)$	$V(i\,.\,i'\,.\,c)$	$V(i\,.\,i'\,.\,s)$
4.—2	— 0″.093	+ 0″.104	+ 1″.401	— 1″.544	— 0″.001	— 0″.026
5.	+ 0 .007	— 0 .002	— 0 .103	+ 0 .039	— 0 .004	+ 0 .005
6.	+ 0 .001	— 0 .002	— 0 .006	+ 0 .028	+ 0 .001	
7.—2			+ 0 .003	— 0 .003		
8.			— 0 .001			
—4.—3					0 .000	— 0 .001
—3.	+ 0 .001	0 .000			— 0 .007	0 .000
—2.	0 .000	— 0 .002	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .017	+ 0 .036
—1.—3	0 .015	+ 0 .013	0 .007	+ 0 .002	+ 0 .204	— 0 .199
0.	+ 0 .106	0 .000	— 0 .002	— 0 .049	— 1 .6055	+ 0 .0512
1.	— 0 .1677	— 0 .1490	— 0 .3100	+ 0 .1990	+ 2 .8470	+ 2 .0533
2.—3	— 0 .047	— 0 .010	+ 1 .7732	+ 0 .0978	— 1 .056	+ 0 .062
3.	+ 0 .109	+ 0 .106	— 2 .799	— 2 .043	+ 1 .157	+ 0 .446
4.	— 0 .057	+ 0 .015	+ 0 .947	— 0 .168	— 0 .096	— 0 .057
5.—3	+ 0 .074	+ 0 .029	— 1 .100	— 0 .461	— 0 .018	+ 0 .003
6.	— 0 .001	— 0 .002	+ 0 .022	+ 0 .028	+ 0 .003	+ 0 .001
7.	— 0 .001	0 .000	+ 0 .019	— 0 ,001		
8.—3			— 0 .002	— 0 .001		
—3.—4					— 0 .001	0 .000
—2.	0 .000	— 0 .001			+ 0 .002	+ 0 .007
—1.	— 0 .004	+ 0 .002	+ 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .048	— 0 .032
0.—4	+ 0 .022	+ 0 .009	+ 0 .002	— 0 .009	— 0 .330	— 0 .128
1.	— 0 .030	— 0 .081	— 0 .070	+ 0 .023	+ 0 .525	+ 1 .209
2.	— 0 .057	+ 0 .120	+ 0 .360	+ 0 .209	+ 0 .498	— 2 .021
3.—4	+ 0 .008	+ 0 .047	— 0 .468	— 1 .329	+ 0 .352	+ 0 .621
4.	+ 0 .033	— 0 .084	— 0 .506	+ 1 .974	+ 0 .013	— 0 .695
5	+ 0 .026	+ 0 .032	— 0 .385	— 0 .537	— 0 .005	+ 0 .049
6.—4	+ 0 .002	— 0 .045	— 0 .039	+ 0 .663	+ 0 .004	+ 0 .012
7.	0 .000	0 .000	+ 0 .003	— 0 .004	0 .000	— 0 .002
8.	0 .000	+ 0 .001	— 0 .004	— 0 .012		
9.—4			0 .000	+ 0 .001		
—2.—5					0 .000	+ 0 .001
—1.	— 0 .001				+ 0 .011	— 0 .004
0.	+ 0 .003	+ 0 .003	+ 0 .001	— 0 .001	— 0 .056	— 0 .046
1.—5	+ 0 .001	— 0 .023	— 0 .014	+ 0 .001	0 .0062	+ 0 .3421
2.	— 0 .0493	+ 0 .0405	+ 0 .0548	+ 0 .0682	+ 0 .6910	— 0 .6808
3.	+ 0 .074	+ 0 .014	+ 0 .0555	— 0 .3826	— 1 .176	+ 0 .177
4.—5	+ 0 .033	— 0 .019	— 0 .765	+ 0 .667	+ 0 .270	— 0 .378
5.	— 0 .051	+ 0 .003	+ 1 .143	— 0 .158	— 0 .363	+ 0 .122
6.	+ 0 .013	— 0 .024	— 0 .219	+ 0 .375	+ 0 .018	— 0 .005
7.—5	— 0 .024	+ 0 .006	+ 0 .350	— 0 .098	+ 0 .007	— 0 .004
8.	0 .000	0 .000	+ 0 .006	— 0 .001	— 0 .001	0 .000
9.	+ 0 .001	0 .000	— 0 .007	+ 0 .004		
—1.—6					+ 0 .002	— 0 .001
0.	+ 0 .001	+ 0 .001			— 0 .009	— 0 .012
1.	+ 0 .002	— 0 .005	— 0 .003	0 .000	— 0 .028	+ 0 .071

$i.-i'$	$T(i.i'.c)$	$T(i.i'.s)$	$U(i.i'.c)$	$U(i.i'.s)$	$V(i.i'.c)$	$V(i.i'.s)$
2.—6	— 0″.019	+ 0″.005	+ 0″.007	+ 0″.017	+ 0″.278	— 0″.098
3.	+ 0 .037	+ 0 .023	+ 0 .047	— 0 .076	— 0 .605	— 0 .276
4.	— 0 .003	— 0 .042	— 0 .315	+ 0 .075	+ 0 .348	+ 0 .566
5.—6	— 0 .021	— 0 .017	+ 0 .608	+ 0 .318	— 0 .286	— 0 .061
6.	+ 0 .012	+ 0 .025	— 0 .327	— 0 .549	+ 0 .128	+ 0 .164
7.	— 0 .019	— 0 .002	+ 0 .274	+ 0 .036	— 0 .605	— 0 .004
8.—6	+ 0 .008	+ 0 .011	— 0 .109	— 0 .162	— 0 .005	— 0 .004
9.	+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .003	— 0 .007		
10.			+ 0 .004	+ 0 .003		
—1.—7					+ 0 .001	0 .000
0.					— 0 .002	— 0 .002
1.	+ 0 .001	— 0 .001	— 0 .001		— 0 .010	+ 0 .013
2.—7	— 0 .005	0 .000	+ 0 .001	+ 0 .003	+ 0 .074	+ 0 .003
3.	+ 0 .008	+ 0 .013	+ 0 .015	— 0 .013	— 0 .148	— 0 .180
4.	+ 0 .007	— 0 .028	— 0 .082	— 0 .016	— 0 .027	+ 0 .435
5.—7	— 0 .023	+ 0 .006	+ 0 .141	+ 0 .208	+ 0 .209	— 0 .298
6.	— 0 .005	+ 0 .017	+ 0 .050	— 0 .441	+ 0 .031	+ 0 .178
7.	+ 0 .009	— 0 .013	— 0 .204	+ 0 .281	+ 0 .061	— 0 .094
8.—7	+ 0 .002	+ 0 .012	— 0 .040	— 0 .165	0 .000	+ 0 .001
9.	+ 0 .005	— 0 .005	— 0 .063	+ 0 .082	— 0 .002	+ 0 .004
10.	+ 0 .001	— 0 .001	— 0 .005	+ 0 .004	0 .000	+ 0 .001
11.—7			+ 0 .001	— 0 .003		
12.			0 .000	— 0 .001		
0.—8					0 .000	— 0 .001
1.					— 0 .003	+ 0 .002
2.	— 0 .001	0 .000		+ 0 .001	+ 0 .017	+ 0 .007
3.—8	+ 0 .001	+ 0 .004	+ 0 .004	— 0 .002	— 0 .019	— 0 .062
4.	+ 0 .007	— 0 .009	— 0 .018	— 0 .011	— 0 .088	+ 0 .148
5.	— 0 .018	+ 0 .001	+ 0 .012	+ 0 .071	+ 0 .263	— 0 .082
6.—8	+ 0 .006	+ 0 .012	+ 0 .106	— 0 .149	— 0 .194	— 0 .037
7.	+ 0 .012	— 0 .001	— 0 .269	+ 0 .070	+ 0 .094	— 0 .056
8.	— 0 .009	— 0 .002	+ 0 .182	+ 0 .038	— 0 .056	— 0 .014
9.—8	+ 0 .006	— 0 .004	— 0 .085	+ 0 .058	— 0 .001	— 0 .002
10.	— 0 .003	— 0 .001	+ 0 .050	+ 0 .018	+ 0 .003	— 0 .001
11.	— 0 .001	0 .000	+ 0 .004	+ 0 .003		
12.—8			— 0 .002	+ 0 .001		
1.—9					— 0 .001	+ 0 .001
2.					+ 0 .004	+ 0 .003
3.	0 .000	+ 0 .001	+ 0 .001	— 0 .001	+ 0 .001	— 0 .017
4.—9	+ 0 .003	— 0 .002	— 0 .004	— 0 .004	— 0 .043	+ 0 .032
5.	— 0 .007	— 0 .002	— 0 .004	+ 0 .019	+ 0 .120	+ 0 .021
6.	+ 0 .003	+ 0 .011	+ 0 .050	— 0 .030	— 0 .104	— 0 .131
7.—9	+ 0 .006	— 0 .005	— 0 .123	— 0 .032	+ 0 .025	+ 0 .103
8.	— 0 .003	— 0 .007	+ 0 .098	+ 0 .136	— 0 .051	— 0 .038
9.	+ 0 .001	+ 0 .004	— 0 .022	— 0 .096	+ 0 .002	+ 0 .030
10.—9	— 0 .003	— 0 .002	+ 0 .050	+ 0 .034	— 0 .001	+ 0 .001
11.	0 .000	+ 0 .002	+ 0 .001	— 0 .028	— 0 .001	— 0 .001
12.			+ 0 .001	— 0 .003		
13.—9			+ 0 .001	+ 0 .001		

$i. - i'$	$T(i\,.\,i'\,.\,c)$	$T(i\,.\,i'\,.\,s)$	$U(i\,.\,i'\,.\,c)$	$U(i\,.\,i'\,.\,s)$	$V(i\,.\,i'\,.\,c)$	$V(i\,.\,i'\,.\,s)$
2. — 10					+ 0″.001	+ 0″.001
3.					+ 0 .001	— 0 .004
4.	+ 0″.001	0″.000	— 0″.001	— 0″.001	— 0 .014	+ 0 .003
5. — 10	— 0 .002	— 0 .001	— 0 .002	+ 0 .004	+ 0 .033	+ 0 .022
6.	0 .000	+ 0 .005	+ 0 .016	— 0 .002	— 0 .013	— 0 .080
7.	+ 0 .005	— 0 .004	— 0 .033	— 0 .027	— 0 .050	+ 0 .086
8. — 10	— 0 .004	— 0 .003	+ 0 .008	+ 0 .084	+ 0 .043	— 0 .037
9.	— 0 .002	+ 0 .003	+ 0 .054	— 0 .083	— 0 .010	+ 0 .037
10.	+ 0 .002	— 0 .002	— 0 .041	+ 0 .034	+ 0 .015	— 0 .007
11. — 10	— 0 .001	+ 0 .002	+ 0 .008	— 0 .035	+ 0 .002	+ 0 .001
12.	+ 0 .001		— 0 .014	+ 0 .005	— 0 .001	+ 0 .001
13.			— 0 .003	— 0 .001		
14. — 10			+ 0 .001	— 0 .001		
3. — 11					+ 0 .001	— 0 .001
4.					— 0 .003	0 .000
5.	— 0 .001	— 0 .001	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .006	+ 0 .011
6. — 11	— 0 .001	+ 0 .002	+ 0 .004	+ 0 .001	+ 0 .006	— 0 .029
7.	+ 0 .004	— 0 .001	— 0 .005	— 0 .013	— 0 .047	+ 0 .029
8.	— 0 .002	— 0 .003	— 0 .010	+ 0 .030	+ 0 .058	+ 0 .007
9. — 11	— 0 .002	+ 0 .003	+ 0 .049	— 0 .026	— 0 .030	— 0 .013
10.	+ 0 .002	+ 0 .001	— 0 .056	— 0 .010	+ 0 .022	— 0 .001
11.	— 0 .001	0 .000	+ 0 .028	+ 0 .012	— 0 .006	— 0 .008
12. — 11	+ 0 .001	0 .000	— 0 .021	+ 0 .001	— 0 .002	+ 0 .001
13.			+ 0 .005	+ 0 .008		
14.			+ 0 .002	0 .000		
4. — 12					— 0 .001	0 .000
5.					+ 0 .001	+ 0 .002
6.	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .001	0 .000	+ 0 .007	— 0 .008
7. — 12	+ 0 .001	0 .000	0 .000	— 0 .003	— 0 .024	+ 0 .001
8.	— 0 .001	— 0 .003	— 0 .008	+ 0 .008	+ 0 .027	+ 0 .027
9.	— 0 .001	+ 0 .002	+ 0 .025	+ 0 .002	+ 0 .002	— 0 .037
10. — 12	+ 0 .003	+ 0 .001	— 0 .026	— 0 .029	— 0 .013	+ 0 .009
11.	0 .000	— 0 .002	— 0 .005	+ 0 .036	— 0 .002	0 .000
12.	— 0 .001	+ 0 .001	+ 0 .013	— 0 .007	+ 0 .001	— 0 .001
13. — 12			+ 0 .003	— 0 .001		
14.			— 0 .001	+ 0 .001		

§ 9.

Werden nun die Integrationen ausgeführt, so bekommt man zunächst:

$$W = \sum\sum \{P(i.i'.c) \cos (i\varepsilon - i'V) + P(i.i'.s) \sin (i\varepsilon - i'V)\} \tag{48}$$

wo

$$P(i.i'.c) = \frac{F(i\,.\,i'\,.\,c)}{i - i'\mu} + \frac{G(i+1\,.\,i'\,.\,c)}{i+1-i'\mu} + \frac{H(i-1\,.\,i'\,.\,c)}{i-1-i'\mu}$$

und analog für $P(i.i'.s)$.

Für die Störungen im Radius vector wird (H. II, § 41):

$$\nu = \tfrac{1}{2}\sum\sum S(i.i'.c) \cos (i\varepsilon - i'V) + \tfrac{1}{2}\sum\sum S(i.i'.s) \sin (i\varepsilon - i'V) \tag{49}$$

wo

$$S(i.i'.c) = \frac{1}{i - i'\mu}\left[\frac{G(i+1\,.\,i'\,.\,c)}{i+1-i'\mu} - \frac{H(i-1\,.\,i'\,.\,c)}{i-1-i'\mu}\right] \tag{50}$$

und analog für $S(i.i'.s)$.

Die dritte Gleichung in (37) giebt nun, wenn man setzt (H. II, § 42):

$$\prod (i.i'.{}^{c}_{s}) = \frac{1}{i - i'\mu}\left[F(i.i'.{}^{c}_{s}) + G(i+1.i'.{}^{c}_{s}) + H(i-1.i'.{}^{c}_{s})\right] \tag{51}$$

folgende Controllformel:

$$\prod (i.i'.{}^{c}_{s}) = P(i.i'.{}^{c}_{s}) + S(i.i'.{}^{c}_{s}) \tag{52}$$

welche ich für die Controlle von $S(i.i'.{}^{c}_{s})$ und $P(i.i'.{}^{c}_{s})$ angewandt habe.

Nach einer zweiten Integration bekommt man dann (H. II, § 41):

$$n\partial z = \sum\sum R(i.i'.c) \sin (i\varepsilon - i'V) - \sum\sum R(i.i'.s) \cos (i\varepsilon - i'V) \tag{53}$$

wo

$$R(i.i'.{}^{c}_{s}) = \frac{1}{i - i'\mu}\left[P(i.i'.{}^{c}_{s}) - \frac{e}{2}\,P(i+1.i'.{}^{c}_{s}) - \frac{e}{2}\,P(i-1.i'.{}^{c}_{s})\right] \tag{54}$$

Die letzte Integration habe ich durch zweimalige Rechnung controllirt.

Für die Breitenstörungen findet man (H. II, § 44):

$$\frac{u}{\cos i} = \sum\sum \{Y(i.i'.c) \cos (i\varepsilon - i'V) + Y(i.i'.s) \sin (i\varepsilon - i'V)\} \tag{55}$$

wo

$$(56) \qquad Y(i.i'.c) - \frac{T(i\,.\,i'\,.\,c)}{i - i'\mu} + \frac{U(i+1\,.\,i'\,.\,c)}{i+1-i'\mu} + \frac{V(i-1\,.\,i'\,.\,c)}{i-1-i'\mu}$$

und analog für $Y(i.i'.s)$, oder nach der Gleichung:

$$u = \int \left(\frac{\partial R}{\partial \varepsilon}\right) . dt$$

die Formeln:

$$(57) \qquad Y(i.i'.c) = \frac{1}{i - i'\mu} \left\{ - \frac{U(i+1\,.\,i'\,.\,c)}{i+1-i'\mu} + \frac{V(i-1\,.\,i'\,.\,c)}{i-1-i'\mu} \right\}$$

und einen ähnlichen Ausdruck für $Y(i.i'.s)$. Ich habe die Berechnung nach beiden diesen Formeln ausgeführt.

Tafel von $P(i.i'.\frac{c}{s})$.

$i. - i'$	$P(i\,.\,i'\,.\,c)$	$P(i\,.\,i'\,.\,s)$
0.0	— 40″.3630	
1.0	+ 4 .01884	+ 1″.63981
2.0	— 1 .5605	+ 0 .7560
3.0	+ 0 .0934	+ 0 .0225
4.0	+ 0 .0011	— 0 .0068
5.0	— 0 .0007	+ 0 .0001
—4. —1	0 .000	+ 0 .002
—3.	+ 0 .014	— 0 .002
—2.	— 0 .122	— 0 .161
—1. —1	— 1 .266	+ 3 .672
0.	— 9 .819	— 2 .520
1.	+ 45 .618	+ 124 .727
2. —1	+ 2 .514	+ 1 .859
3.	+ 0 .532	+ 0 .625
4.	— 0 .006	— 0 .041
5. —1	— 0 .003	0 .000
—3. —2	+ 0 .002	0 .000
—2.	— 0 .011	— 0 .023
—1.	— 0 .295	+ 0 .373
0. —2	— 10 .296	+ 2 .104
1.	— 76 .6015	+ 88 .3974
2.	—444 .805	+357 .601
3. —2	— 0 .744	— 1 .239
4.	+ 0 .231	— 0 .374
5.	— 0 .013	+ 0 .008
6. —2	0 .000	+ 0 002
7.	0 .000	— 0 .001

$i. - i'$	$P(i\,.\,i'\,.\,c)$	$P(i\,.\,i'\,.\,s)$
—2. —3	— 0″.001	— 0″.004
—1.	— 0 .043	+ 0 .037
0.	+ 3 .235	+ 0 .336
1. —3	+ 24 .0900	— 10 .7664
2.	+296 .617	— 40 .102
3.	+ 64 .043	+ 39 .757
4. —3	— 0 .074	+ 0 .936
5.	— 0 .231	— 0 .046
6.	+ 0 .005	+ 0 .003
7. —3	+ 0 .001	0 .000
—2. —4	0 .000	— 0 .001
—1.	— 0 .003	+ 0 .003
0.	+ 0 .157	+ 0 .069
1. —4	+ 1 .602	+ 0 .731
2.	+ 28 .511	+ 8 .732
3.	+ 27 .781	+ 51 .369
4. —4	+ 4 .827	— 21 .690
5.	+ 0 .534	— 0 .286
6.	+ 0 .025	+ 0 .125
7. —4	0 .000	0 .000
8.	— 0 .001	0 .000
—1. —5	— 0 .002	0 .000
0.	+ 0 .014	+ 0 .011
1.	+ 0 .440	+ 1 .439
2. —5	+14 .8955	+ 12 .9022
3.	+ 7 .253	+112 .693
4.	+10 .079	— 11 .397

$i. - i'$	$P(i\,.\,i'\,.\,c)$	$P(i\,.\,i'\,.\,s)$
5. — 5	— 8″.036	+ 0″.932
6.	— 0 .297	— 0 .212
7.	+ 0 .057	— 0 .038
8. — 5	+ 0 .001	+ 0 .001
0. — 6	+ 0 .002	+ 0 .002
1.	+ 0 .011	— 0 .058
2.	— 0 .147	— 0 .622
3. — 6	+ 2 .335	— 7 .655
4.	+ 7 .177	— 3 .088
5.	— 5 .508	— 2 .194
6. — 6	+ 1 .400	+ 2 .919
7.	— 0 .044	+ 0 .206
8.	— 0 .029	— 0 .019
9. — 6	0 .000	— 0 .002
0. — 7	+ 0 .001	+ 0 .001
1.	+ 0 .002	— 0 .005
2.	+ 0 .075	— 0 .064
3. — 7	+ 0 .925	— 1 .242
4.	+ 5 .082	— 0 .152
5.	— 1 .908	— 2 .065
6. — 7	— 0 .100	+ 2 .635
7.	+ 0 .973	— 0 .953
8.	+ 0 .115	— 0 .023
9. — 7	— 0 .003	+ 0 .019
10.	— 0 .001	+ 0 .001
1. — 8	+ 0 .001	— 0 .001
2.	— 0 .045	— 0 .025
3.	— 0 .624	+ 0 .297
4. — 8	— 5 .049	— 1 .545
5.	— 0 .411	— 1 .119
6.	— 0 .604	+ 1 .144
7. — 8	+ 1 .191	— 0 .368
8.	— 0 .525	— 0 .269
9.	— 0 .036	— 0 .055
10. — 8	+ 0 .010	— 0 .002
11.	0 .000	+ 0 .001
12.	+ 0 .001	0 .000
2. — 9	— 0 .002	— 0 .003
3.	— 0 .022	— 0 .010
4.	— 0 .261	— 0 .181

$i. - i'$	$P(i\,.\,i'\,.\,c)$	$P(i\,.\,i'\,.\,s)$
5. — 9	— 0″.001	— 0″.575
6.	— 0 .404	+ 0 .332
7.	+ 0 .645	+ 0 .096
8. — 9	— 0 .360	— 0 .489
9.	— 0 .039	+ 0 .256
10.	— 0 .020	+ 0 .028
11. — 9	— 0 .003	— 0 .005
12.	0 .000	— 0 .001
3. — 10	+ 0 .015	— 0 .007
4.	— 0 .077	— 0 .111
5.	+ 0 .169	— 0 .548
6. — 10	— 0 .190	+ 0 .062
7.	+ 0 .226	+ 0 .140
8.	— 0 .065	— 0 .336
9. — 10	— 0 .170	+ 0 .247
10.	+ 0 .114	— 0 .018
11.	+ 0 .018	+ 0 .005
12. — 10	— 0 .002	+ 0 .002
3. — 11	— 0 .004	0 .000
4.	— 0 .008	+ 0 .012
5.	— 0 .067	+ 0 .098
6. — 11	— 0 .084	+ 0 .001
7.	+ 0 .061	+ 0 .079
8.	+ 0 .031	— 0 .145
9. — 11	— 0 .158	+ 0 .093
10.	+ 0 .144	+ 0 .038
11.	— 0 .024	— 0 .044
12. — 11	0 .000	— 0 .011
13.	+ 0 .001	0 .000
4. — 12	— 0 .004	— 0 .004
5.	— 0 .015	+ 0 .016
6.	— 0 .052	— 0 .017
7. — 12	+ 0 .013	+ 0 .035
8.	+ 0 .034	— 0 .046
9.	— 0 .088	+ 0 .008
10. — 12	+ 0 .077	+ 0 .073
11.	+ 0 .003	— 0 .084
12.	— 0 .026	+ 0 .019
13. — 12	— 0 .001	+ 0 .004

Nach HANSEN's Formeln für die Glieder $i' = 0$*) wurden die unten stehenden numerischen Ausdrücke berechnet (die Coefficienten innerhalb [ ] logarithmisch):

$$\begin{aligned} nz = c &+ (1 - 0.000196330 + [4.6855749 - 10]k - [3.2049322 - 10]k_1)\, n_0 t + \\ &+ (9''.32 + [9.999048]k_1) \sin\varepsilon - (4''.07 + k_2)\cos\varepsilon - \\ &- 2''.45634\, nt \sin\varepsilon - 5''.26498\, nt \cos\varepsilon - \\ &- (1''.07 + [8.2183273]k_1) \sin 2\varepsilon - (0''.25 - [8.2183273]k_2)\cos 2\varepsilon + \\ &+ 0''.040698\, nt \sin 2\varepsilon + 0''.087041\, nt \cos 2\varepsilon + 0''.05 \sin 3\varepsilon. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu = C &+ 0''.081395\, nt - (1''.04 + \tfrac{1}{2}k_2)\sin\varepsilon - (1''.99 + \tfrac{1}{2}k_1)\cos\varepsilon - \\ &- 2''.63249\, nt \sin\varepsilon + 1''.23086\, nt \cos\varepsilon - 0''.26 \sin 2\varepsilon + 0''.68 \cos 2\varepsilon - \\ &- 0''.01 \sin 3\varepsilon - 0''.03 \cos 3\varepsilon. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{u}{\cos i} = 1''.85 &- [8.820387]\, l_1 + (0''.41 + l)\sin\varepsilon - (2''.84 - l_1)\cos\varepsilon + \\ &+ 0''.05355\, nt - 5''.60698\, nt \sin\varepsilon - 0''.80992\, nt \cos\varepsilon - \\ &- 0''.13 \sin 2\varepsilon - 0''.36 \cos 2\varepsilon + 0.02 \sin 3\varepsilon \end{aligned}$$

wo c, k, k_1 u. s. w. die Integrationsconstanten sind.

Als erste Annäherung fand ich für die Epoche folgende Werthe der Theile der Störungen, welche von den Integrationsconstanten unabhängig sind:

$$(n\partial z)_0 = -400''.60; \quad (\nu)_0 = +133''.15; \quad \left(\frac{u}{\cos i}\right)_0 = +53''.75$$

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)_0 = -342''.00; \quad \left(\frac{d\nu}{d\varepsilon}\right)_0 = +98''.82; \quad \left(\frac{1}{\cos i}\frac{du}{d\varepsilon}\right)_0 = -10''.71$$

und somit als erste Annäherung:

$$k = -107''.47; \quad k_1 = +13''.90$$

welche folgende Verbesserung der mittleren Bewegung gaben:

$$n - n_0 = -0''.55832$$

Dieser Werth von $(n - n_0)$ bewirkte in den Störungen folgende Verbesserungen (H. II, § 56**)), welche an die entsprechenden Glieder der ersten Annäherung angebracht wurden. Die Glieder 2. — 5, für welche die Verbesserungen sehr bedeutend sind, habe ich

*) In der letzten Formel, Abhandlung II, § 51, kommt ein Fehler vor. Man soll k statt k_1 setzen.
**) In den vier letzten Formeln des citirten Paragraphen ist das Zeichen Δ hinzuzufügen.

nach exacten Formeln gerechnet, indem ich neue, mit der verbesserten mittleren Bewegung berechnete, Divisoren $(in - i'n')$ an die Coefficienten $F(i.i'.{}^{c}_{s})$, $G(i.i'.{}^{c}_{s})$ u. s. w. angebracht habe, die übrigen Verbesserungen sind nach HANSEN's Annäherungsformeln berechnet.

$i. - i'$	$\Delta\, n\partial z$		$\Delta\, v$		$\Delta \frac{u}{\cos i}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
0. — 1	— 0″.02	+ 0″.03				
1. — 1	— 0 .30	+ 0 .11	— 0″.03	— 0″.08		
1. — 2	— 1 .75	— 1 .43	+ 0 .18	— 0 .18		
2. — 2	— 1 .34	— 1 .68	+ 0 .91	— 0 .73		
1. — 3	+ 0 .67	+ 0 .90	+ 0 .08	— 0 .04		
2. — 3	— 0 .08	— 0 .73	+ 0 .43	— 0 .06	+ 0″.08	+ 0″.06
3. — 3	— 0 .07	+ 0 .12	— 0 .07	— 0 .04		
2. — 4	— 0 .05	+ 0 .24	— 0 .04	— 0 .01		
3. — 4	— 0 .18	+ 0 .10				
2. — 5	— 4 .92	+ 7 .88				
3. — 5	— 2 .39	+ 0 .15	— 0 .08	— 1 .21	+ 0 .19	— 0 .19

Somit ergaben sich folgende Werthe der zweiten Annäherung:

$$(n\partial z)_0 = -396''.26\,; \quad (v)_0 = +134''.99\,; \quad \left(\frac{u}{\cos i}\right)_0 = +54''.00$$

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)_0 = -345''.35\,; \quad \left(\frac{dv}{d\varepsilon}\right)_0 = +99''.50\,; \quad \left(\frac{1}{\cos i}\,\frac{du}{d\varepsilon}\right)_0 = -10''.55$$

und die folgenden Werthe der Integrationsconstanten und der mittleren Bewegung:

$$k = -106''.49\,; \quad k_1 = +14''.26\,; \quad k_2 = -493''.51\,; \quad l = +44''.26\,; \quad l_1 = +29''.37\,;$$
$$c = 251^\circ\,33'\,36''.45\,; \quad C = +90''.93\,; \quad n = 775''.34397$$

Ich erhielt also die unten stehenden Störungen, welche sich den osculirenden Elementen für die Epoche 1890 Oct. 3.0 Berliner M.Z. anschliessen:

$i\varepsilon - i'V$	nz		v		$\frac{u}{\cos i}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
0.0	251°33′36″.45 +775″.34397 t		+ 90″.93 +0″.081395 nt		— 0″.09 + 0″.05355 nt	
1.0	+ 489″.44 — 5″.26498 nt	+ 23″.55 — 2″.45634 nt	— 9″.12 + 1″.23086 nt	+ 245″.71 — 2″.63249 nt	+ 26″.53 — 0″.80992 nt	+ 44″.67 — 5″.60698 nt

$i\varepsilon - i'V$	nz		v		$\frac{u}{\cos i}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
2.0	$-8''.41$ $+0''.087041\,nt$	$-1''.30$ $+0''.040698\,nt$	$+\ 0''.68$	$-\ 0''.26$	$-\ 0''.36$	$-\ 0''.13$
3.0	$0''.00$	$+\ 0''.05$	$-\ 0\ .03$	$-\ 0\ .01$	$0\ .00$	$+\ 0\ .02$
$-3.-1$	$0\ .00$	$-\ 0\ .01$				
$-2.$	$-\ 0\ .12$	$+\ 0\ .03$	$+\ 0\ .04$	$+\ 0\ .06$	$-\ 0\ .06$	$+\ 0\ .01$
$-1.$	$+\ 2\ .71$	$+\ 0\ .68$	$+\ 0\ .65$	$-\ 1\ .69$	$+\ 1\ .63$	$+\ 1\ .90$
$0.-1$	$-\ 17\ .57$	$+\ 29\ .31$	$+\ 4\ .36$	$-\ 0\ .38$	$+\ 2\ .29$	$+\ 9\ .42$
$1.$	$-203\ .31$	$+\ 74\ .74$	$-\ 24\ .70$	$-\ 67\ .55$	$-\ 3\ .27$	$-\ 4\ .36$
$2.$	$+\ 1\ .42$	$+\ 0\ .61$	$-\ 1\ .05$	$-\ 0\ .94$	$-\ 2\ .12$	$-\ 3\ .92$
$3.-1$	$-\ 0\ .22$	$+\ 0\ .17$	$-\ 0\ .18$	$-\ 0\ .20$	$+\ 0\ .03$	$+\ 0\ .14$
$4.$	$+\ 0\ .02$	$-\ 0\ .01$	$0\ .00$	$+\ 0\ .01$	$+\ 0\ .01$	$0\ .00$
$-2.-2$	$-\ 0\ .01$	$0\ .00$	$0\ .00$	$+\ 0\ .01$	$-\ 0\ .01$	$0\ .00$
$-1.$	$+\ 0\ .17$	$-\ 0\ .03$	$+\ 0\ .14$	$-\ 0\ .16$	$+\ 0\ .06$	$+\ 0\ .19$
$0.$	$-\ 1\ .08$	$+\ 10\ .06$	$+\ 5\ .54$	$-\ 1\ .54$	$-\ 4\ .95$	$+\ 6\ .71$
$1.-2$	$-335\ .84$	$-270\ .24$	$+\ 54\ .46$	$-\ 59\ .86$	$+\ 10\ .00$	$-\ 6\ .31$
$2.$	$-289\ .97$	$-361\ .53$	$+207\ .80$	$-167\ .05$	$+\ 2\ .42$	$-\ 5\ .28$
$3.$	$+\ 5\ .85$	$+\ 6\ .26$	$+\ 0\ .25$	$+\ 0\ .41$	$-\ 0\ .71$	$+\ 0\ .81$
$4.-2$	$+\ 0\ .10$	$+\ 0\ .08$	$-\ 0\ .06$	$+\ 0\ .11$	$+\ 0\ .04$	$-\ 0\ .02$
$-1.-3$	$+\ 0\ .01$	$+\ 0\ .07$	$+\ 0\ .02$	$-\ 0\ .01$	$0\ .00$	$+\ 0\ .03$
$0.$	$+\ 0\ .60$	$-\ 2\ .11$	$-\ 1\ .54$	$-\ 0\ .23$	$+\ 1\ .79$	$-\ 1\ .18$
$1.$	$-\ 59\ .72$	$-\ 89\ .67$	$-\ 19\ .10$	$+\ 8\ .07$	$+\ 4\ .56$	$+\ 1\ .02$
$2.-3$	$+\ 48\ .60$	$+347\ .47$	$-156\ .37$	$+\ 20\ .37$	$-19\ .68$	$-14\ .18$
$3.$	$-\ 22\ .34$	$+\ 29\ .54$	$-\ 24\ .73$	$-\ 15\ .37$	$-\ 0\ .86$	$+\ 0\ .07$
$4.$	$+\ 0\ .13$	$-\ 0\ .77$	$+\ 0\ .01$	$-\ 0\ .27$	$+\ 0\ .32$	$+\ 0\ .13$
$5.-3$	$+\ 0\ .02$	$-\ 0\ .06$	$+\ 0\ .06$	$+\ 0\ .01$	$-\ 0\ .01$	$-\ 0\ .01$
$0.-4$	$+\ 0\ .03$	$-\ 0\ .07$	$-\ 0\ .07$	$-\ 0\ .04$	$+\ 0\ .10$	$-\ 0\ .04$
$1.$	$+\ 0\ .81$	$-\ 1\ .21$	$-\ 1\ .20$	$-\ 0\ .36$	$+\ 1\ .06$	$+\ 0\ .69$
$2.$	$-\ 15\ .35$	$+\ 60\ .37$	$-\ 17\ .25$	$-\ 6\ .00$	$-\ 1\ .42$	$-\ 2\ .88$
$3.-4$	$-\ 35\ .70$	$+\ 18\ .40$	$-\ 12\ .10$	$-\ 21\ .90$	$+\ 0\ .88$	$-\ 3\ .58$
$4.$	$+\ 9\ .51$	$+\ 1\ .58$	$-\ 1\ .58$	$+\ 7\ .02$	$+\ 0\ .14$	$+\ 0\ .24$
$5.$	$-\ 0\ .12$	$+\ 0\ .11$	$-\ 0\ .13$	$+\ 0\ .08$	$0\ .00$	$-\ 0\ .12$
$6.-4$	$-\ 0\ .03$	$0\ .00$	$-\ 0\ .01$	$-\ 0\ .03$		
$0.-5$	$-\ 0\ .02$	$0\ .00$	$-\ 0\ .01$	$-\ 0\ .01$	$+\ 0\ .01$	$0\ .00$
$1.$	$+\ 1\ .09$	$+\ 0\ .06$	$-\ 0\ .26$	$-\ 0\ .73$	$+\ 0\ .78$	$+\ 0\ .99$
$2.$	$-130\ .89$	$+209\ .92$	$-\ 9\ .80$	$-\ 9\ .83$	$-\ 0\ .62$	$-\ 0\ .17$
$3.-5$	$-107\ .42$	$+\ 6\ .14$	$-\ 3\ .82$	$-\ 56\ .10$	$+\ 9\ .43$	$-\ 9\ .25$
$4.$	$+\ 7\ .31$	$+\ 4\ .88$	$-\ 3\ .51$	$+\ 4\ .09$	$-\ 0\ .71$	$+\ 0\ .10$
$5.$	$-\ 0\ .43$	$-\ 2\ .72$	$+\ 2\ .23$	$-\ 0\ .25$	$+\ 0\ .06$	$-\ 0\ .09$
$6.-5$	$+\ 0\ .06$	$-\ 0\ .01$	$+\ 0\ .07$	$+\ 0\ .05$	$-\ 0\ .05$	$+\ 0\ .02$
$7.$	$+\ 0\ .01$	$+\ 0\ .01$	$-\ 0\ .01$	$+\ 0\ .01$		

$i\varepsilon - i'V$	nz		v		$\frac{u}{\cos i}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
1. — 6	— 0″.03	— 0″.01	— 0″.01	+ 0″.03	— 0″.02	— 0″.04
2.	— 1 .17	+ 0 .72	+ 0 .12	+ 0 .49	+ 0 .15	— 0 .18
3.	+ 10 .96	+ 3 .06	— 1 .42	+ 4 .26	— 1 .02	+ 0 .39
4. — 6	+ 1 .64	+ 4 .32	— 2 .81	+ 1 .29	— 0 .66	— 0 .31
5.	+ 0 .81	— 2 .16	+ 1 .66	+ 0 .63	+ 0 .11	+ 0 .18
6.	— 0 .81	+ 0 .43	— 0 .34	— 0 .71	— 0 .04	— 0 .01
7. — 6	— 0 .02	— 0 .02	+ 0 .01	— 0 .04	+ 0 .01	+ 0 .02
8.	0 .00	— 0 .01				
2. — 7	— 0 .03	— 0 .06	— 0 .04	+ 0 .05	+ 0 .06	— 0 .05
3.	+ 4 .10	+ 2 .50	— 0 .65	+ 0 .76	— 0 .14	+ 0 .03
4.	+ 0 .03	+ 3 .93	— 2 .28	+ 0 .11	— 0 .42	— 0 .53
5. — 7	+ 0 .93	— 0 .90	+ 0 .65	+ 0 .66	— 0 .02	+ 0 .20
6.	— 0 .83	— 0 .02	+ 0 .02	— 0 .68	+ 0 .04	— 0 .06
7.	+ 0 .24	+ 0 .23	— 0 .21	+ 0 .20	0 .00	+ 0 .02
8. — 7	+ 0 .01	+ 0 .02	— 0 .02	0 .00	0 .00	— 0 .01
2. — 8	— 0 .03	+ 0 .02	+ 0 .02	+ 0 .01	— 0 .05	+ 0 .02
3.	+ 4 .14	+ 5 .42	+ 0 .47	— 0 .18	— 0 .05	— 0 .07
4.	+ 1 .66	— 5 .48	+ 2 .60	+ 0 .82	+ 0 .24	+ 0 .76
5. — 8	+ 0 .58	— 0 .12	+ 0 .17	+ 0 .40	— 0 .07	+ 0 .11
6.	— 0 .41	— 0 .22	+ 0 .16	— 0 .33	+ 0 .07	— 0 .02
7.	+ 0 .10	+ 0 .31	— 0 .27	+ 0 .09	— 0 .03	0 .00
8. — 8	+ 0 .06	— 0 .11	+ 0 .10	+ 0 .05	+ 0 .01	0 .00
9.	+ 0 .01	0 .00	+ 0 .01	+ 0 .01		
3. — 9	— 0 .01	+ 0 .03	+ 0 .02	+ 0 .01	— 0 .01	— 0 .01
4.	+ 0 .31	— 0 .49	+ 0 .15	+ 0 .12	0 .00	+ 0 .04
5.	+ 0 .38	+ 0 .01	+ 0 .01	+ 0 .24	— 0 .07	+ 0 .05
6. — 9	— 0 .14	— 0 .17	+ 0 .12	— 0 .11	+ 0 .04	+ 0 .01
7.	— 0 .03	+ 0 .19	— 0 .16	— 0 .02	— 0 .02	— 0 .02
8.	+ 0 .11	— 0 .08	+ 0 .07	+ 0 .10	0 .00	+ 0 .01
9. — 9	— 0 .05	0 .00	+ 0 .01	— 0 .04		
3. — 10	0 .00	— 0 .02	— 0 .01	0 .00	0 .00	— 0 .01
4.	+ 0 .64	— 0 .57	+ 0 .04	+ 0 .08	0 .00	+ 0 .01
5.	+ 0 .48	+ 0 .16	— 0 .08	+ 0 .26	— 0 .09	+ 0 .02
6. — 10	— 0 .04	— 0 .09	+ 0 .06	— 0 .02	+ 0 .02	+ 0 .01
7.	— 0 .05	+ 0 .07	— 0 .06	— 0 .03	0 .00	— 0 .02
8.	+ 0 .08	— 0 .02	+ 0 .02	+ 0 .07	— 0 .01	+ 0 .01
9. — 10	— 0 .05	— 0 .03	+ 0 .03	— 0 .04		
10.	0 .00	+ 0 .02	— 0 .02	0 .00		
4. — 11	+ 0 .04	+ 0 .04	0 .00	— 0 .01		
5.	— 0 .13	— 0 .08	+ 0 .04	— 0 .05	+ 0 .01	0 .00
6.	0 .00	— 0 .05	+ 0 .03	0 .00	0 .00	+ 0 .01

$i\varepsilon - i' V$	nz		v		$\frac{u}{\cos i}$	
	cos	sin	cos	sin	cos	sin
7. — 11	— 0″.03	+ 0″.02	— 0″.02	— 0″.02	0″.00	— 0″.01
8.	+ 0 .04	+ 0 .01	— 0 .01	+ 0 .03	— 0 .01	0 .00
9.	— 0 .02	— 0 .03	+ 0 .03	— 0 .02		
10. — 11	— 0 .01	+ 0 .03	— 0 .02	— 0 .01		
11.	+ 0 .01	0 .00	0 .00	+ 0 .01		
4. — 12	— 0 .01	0 .00				
5.	— 0 .05	— 0 .03	+ 0 .01	— 0 .01		
6.	+ 0 .01	— 0 .04	+ 0 .02	+ 0 .01		
7. — 12	— 0 .02	+ 0 .01	— 0 .01	— 0 .01		
8.	+ 0 .01	+ 0 .01	— 0 .01	+ 0 .01		
9.	0 .00	— 0 .02	+ 0 .02	0 .00		
10. — 12	— 0 .01	+ 0 .01	— 0 .01	— 0 .01		
11.	+ 0 .01	0 .00	0 .00	+ 0 .01		

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 5.

GRUNDDRAGEN

AF

DET CENTRALA SKANDINAVIENS BERGBYGGNAD

AF

A. E. TÖRNEBOHM.

(MIT EINEM RÉSUMÉ IN DEUTSCHER SPRACHE.)

HÄRTILL 4 TAFLOR.

TILL KONGL. VETENSKAPS-AKADEMIEN INLEMNAD DEN 12 FEBRUARI 1896.

STOCKHOLM, 1896.
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Inledning.

> Om vi ikke skulde vove at bryde med de nedarvede anskuelser, komme vi ikke langt.
>
> Th. Kjerulf.
> (Udsigt over det sydlige Norges Geologi, s. 172.)

Under nära fyra årtionden hafva nu geologiska undersökningar pågått i Skandinaviens fjälltrakter, och dock har ännu icke mellan de på detta område arbetande geologerna enighet uppnåtts rörande ens hufvuddragen af den skandinaviska fjällsträckningens byggnad. Redan detta låter förmoda, att denna byggnad måtte erbjuda mycket ovanliga och invecklade geologiska problem, och en blick på de försök, som hittills blifvit gjorda att tolka densamma, visar äfven tydligt, att så är fallet.

De första mera systematiska geologiska undersökningarne i Skandinaviens fjälltrakter började år 1858 i Norge af den samma år upprättade och under Th. Kjerulfs ledning ställda »Norges Geologiske Undersögelse».[1] Såsom första allmänna resultatet af denna institutions verksamhet utgaf Kjerulf år 1866 »Geologisk kart over det söndenfjeldske Norge» i skalan 1:400000. På denna karta indelas fjällens lagrade bildningar sålunda:

Det trondhjemske skiferfelt;
Höifjelds-kvarts og skifer, etage 2, höiere afdeling;
Diktyonemaskifer, et. 2, lavere afdeling;
Sparagmitfjeldets lag, et. 1;
Grundfjeldets lag.

Elfva år senare (1877) hade de geologiska undersökingarne i Norge framskridit så långt, att Kjerulf kunde utgifva en geologisk öfversigtskarta öfver hela »Det sydlige Norge» i skalan 1:1000000. På denna karta bibehåller han väsentligen samma indelning i fråga om bildningarne i hvad han kallar »det centrale Norge». Han indelar nemligen dessa i följande afdelningar:

---

[1] Redan förut hade Keilhau gjort omfattande resor öfver hela Norge och i sin »Gæa Norvegica» nedlagt resultaten af sina observationer. Många värdefulla fakta äro der samlade, men någon egentlig öfverblick öfver fjällbyggnaden finner man dock ej. Detsamma kan sägas om Kjerulfs år 1857 utgifna arbete »Ueber die Geologie des südlichen Norvegens». Den profil genom Gudbrandsdalen, som utgör detta arbetes förnämsta illustration, representerar en uppfattning, som Kjerulf sjelf sedan snart frångick.

Höifjeldskvarts & skifer, etage?
Glindsende skifer m. m.
Blåkvarts, Diktyonemaskifer
Yngre sparagmit, et. 1, b—c } Primordial;
Ældre sparagmit, et. 1, a;
Grundfjeld & metamorfisk.

Trondhjemsfältets skiffrar sättas på färgskemat ej i direkt relation till det centrala Norges bildningar, men de yngre af dem angifvas såsom medel- och öfversiluriska, de äldre betecknas med samma färg som »Glindsende skifer m. m.» i det centrala Norge. Rörande dessa sist nämnda har på senaste tid erhållits närmare åldersbestämning genom på flera ställen i dem gjorda fynd af försteningar,[1] hvilka visa, att de gå ända upp i öfversta undersilur, eller etage 4. Enligt KJERULFS uppfattning af åldersföljden, hvilken uppfattning ännu delas af de norska geologerna i allmänhet,[2] skulle således hans afdelning »Höifjeldskvarts og skifer», i hvilken innefattades ej blott en del kvartsiter och glimmerskiffrar, utan äfven med dem tillsammans förekommande hornblendeskiffrar och gneiser, vara yngre än åtminstone undersilur.

Samtidigt med det att en geologisk undersökning upprättades i Norge, hade en sådan kommit till stånd äfven i Sverige, men den utsträckte sina arbeten till fjälltrakterna först år 1868. I egenskap af geolog vid Sveriges Geologiska Undersökning deltog jag i dessa arbeten och lemnade äfven en sammanfattning af de under de första åren vunna resultaten i tvenne uppsatser: »En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger» (1872) och »Ueber die Geognosie der schwedischen Hochgebirge» (1873), den senare åtföljd af en öfversigtskarta öfver de sydliga svenska fjälltrakterna i skalan 1:1000000. På denna karta indelas fjällbildningarne sålunda:

Köligruppen (hornblendeglimmerskiffer, lerskiffer m. m. motsvarande en del af Trondhjemsfältets skiffrar);
Sevegruppen (kvartsiter, sparagmiter, glimmerskiffrar, hornblendeskiffrar och gneiser);
Silur;
Dalasandsten och kambrisk sandsten;
Urberg.

Till utseendet öfverensstämmer denna indelning ganska väl med KJERULFS för Norge; särskildt synes Sevegruppen fullständigt motsvara KJERULFS Höifjeldskvartsit. Den svenska indelningen var dock ingalunda tillkommen under inflytande af den norska; den ena som den andra var ett uttryck för den uppfattning, som vid betraktandet af förhållandena i naturen först framställde sig. Och dock var öfverensstämmelsen blott skenbar, ty jemför man kartorna på båda sidor om riksgränsen, så visar det sig, att de sandstens- och kvartsitbildningar, som förekomma utefter denna på hela sträckningen mellan riksrösena 141—159, uppfattades på den svenska sidan såsom yngre, på den norska deremot såsom

[1] BJÖRLYKKE, Graptolitförende skifere i Vestre Gausdal.
» Höifjeldkvartsens nordöstlige udbredelse.
MÜNSTER, Reiser i Mjösenegnene 1889.
(De citerade arbetenas titlar m. m. äro fullständigt upptagna i den bifogade litteraturförteckningen.)
[2] Jfr BRÖGGER, Hardangervidda.
BJÖRLYKKE, Höifjeldkvartsen.

äldre än silur. Motsatsen var så skarp som möjligt och syntes oförklarlig, enär på båda hållen bestämningarne utgått från försteningsförande silurlager.

På denna punkt stod frågan, när jag 1873 lemnade min anställning såsom geolog vid Sveriges Geologiska Undersökning och dermed äfven all officiel befattning med fjällens geologi. Efter denna tid företogos ej några geologiska resor i de sydligare svenska fjälltrakterna förr än åren 1879 och 1880, då F. Svenonius i egenskap af geolog vid S. G. U. besökte Jemtland och Herjedalen. Han granskade då närmare de ställen, der siluriska lager uppträda vid foten af berg, bildade af en af Sevegruppens kvartsiter, Vemdalskvartsiten, och till utseendet underlagrande denna. I en år 1881 publicerad uppsats [1] sökte han tyda silurens förhållande till Vemdalskvartsiten på dessa ställen såsom ej en underlagring, utan en sidolagring. Med anledning häraf uppstod någon polemik mellan Svenonius och mig, en polemik som dock afstannade, sedan Svenonius sjelf sommaren 1882 i Norrbotten funnit till Sevegruppen hörande bildningar öfverlagra försteningsförande lager. [2]

Hågen för fjällens intressanta och storslagna så väl natur som geologi hade emellertid nu blifvit hos mig återväckt, och efter afslutandet af ett större geologiskt karteарbete, hvarmed jag under åren 1876—1881 varit sysselsatt, företog jag sommaren 1882 såsom rekreation en resa till Dalarnes och Herjedalens fjälltrakter. De observationer jag då gjorde föranledde mig att följande sommar åter draga till fjälls, och så gick det sedan åter och åter under tolf års tid. Den ena frågan efter den andra uppställde sig till besvarande, och utan att det från början varit min afsigt, hade jag snart kommit in i en genomgående revision af förhållandena icke blott i Jemtlands och Herjedalens fjälltrakter, utan ännu mer i de angränsande på norska sidan, ty frågornas lösning måste sökas der den bäst kunde finnas, likgiltigt om på den ena eller andra sidan om riksgränsen.

I »Geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger» hade jag på, såsom det då syntes, goda så väl petrografiska som stratigrafiska skäl paralleliserat skiffrarne i Åreskutan med vissa skiffrar, som förekomma mellan Garnes och Mo i Værdalen i Norge. De förra tillhöra Sevegruppen, de senare den af Kjerulf såsom »det metamorfiske strög» betecknade zon af kristalliniska skiffrar, som i den skandinaviska fjällsträckningens riktning genomstryker Trondhjemsfältet. Bådadera bestå af glimmerskiffrar, hornblendeskiffrar och gneisiga bergarter, och bådadera tycktes hvila på försteningsförande silurlager. Var denna parallelisering riktig, då var ock fjällbyggningen på den nämnda sträckningen i det stora hela mycket enkel, då bildade nemligen Sevegruppens skiffrar, såsom på sagda profil angafs, i stort en skål hvilande på siluriska lager, och deras yngre ålder i förhållande till dessa var obestridlig. Den i fråga varande paralleliseringen var emellertid grundad blott på observationer efter en enda profillinie och kunde i följd deraf ingalunda anses säker. Det syntes mig derför först böra utredas, huruvida den var riktig eller ej. Detta lät sig emellertid ej göra utan en ny undersökning af större delen af Trondhjemsfältet, ett arbete, som tog flera somrar i anspråk. Resultatet blef, att Åreskutans skiffrar *icke* kunna paralleliseras med de nämnda i Norge, d. v. s. med dem mellan Garnes och Mo i Værdalen, men deremot med andra, som finnas vester

[1] Till frågan om förhållandet mellan Vemdals-qvartsiten och siluriska formationen.
[2] G. F. f. B. 6 s. 218.

om Trondhjemsfältet och underlagra alla till detta hörande bildningar. Då nu en del af dessa innehålla försteningar motsvarande dem i Jemtlands silur, som ligger *under* Åreskutans skiffrar, så var det tydligt, att antingen de analoga försteningarne i Trondhjemsfältet och i Jemtlands silurfält icke tillhörde samma stratigrafiska nivå, eller ock att Åreskiffrarnes öfverlagring öfver silur i Jemtland var abnorm, var en följd af öfverskjutningar. Det kan synas, som om detta senare alternativ genast bort föredragas af icke blott paleontologiska, utan äfven petrografiska skäl, men då jag väl insåg, att *om* Åreskutskiffrarnes öfverlagring öfver silur i Jemtland berodde på en öfverskjutning, så måste denna vara kolossal, tvekade jag att antaga den och försökte derför först det förra alternativet.[1] Den fortgående karteringen af fjälltrakterna, samt fynd af silurförsteningar på nya lokaler, såsom t. ex. 1887 af Reusch på Atleön N. om mynningen af Sognefjord[2] och 1886 af Getz i Kölihaugen,[3] visade emellertid snart, att den isolering af Trondhjemsbäckenet under silurtiden, som sagda alternativ förutsatte, ej kunde hafva egt rum. Men då återstod ingen annan möjlighet, än att de öfverlagringar af Åreskutskiffrar och andra Sevegruppens bergarter i förhållande till silur, hvilka på så många ställen faktiskt förefinnas, måste bero på öfverskjutningar, och detta bestyrktes ock af de intensiva pressningsfenomen, som den mikroskopiska undersökningen uppdagade vara allmän i fjällens bergarter. När O. Torell år 1888[4] framhöll de paleontologiska svårigheterna vid det af mig, såsom nämndt, gjorda försöket att lösa fjällens geologiska motsägelser genom antagande af att den siluriska faunan skulle hafva utvecklat sig senare inom Trondhjemsfältet än inom det öfriga Skandinavien, hade jag redan kommit till sagda resultat, och jag begagnade derför då tillfället att bestämdt såsom min åsigt uttala, att fjällproblemets svårigheter berodde på stora öfverskjutningar, genom hvilka Sevegruppens äldre bergarter kommit att delvis ligga på de yngre silurlagren.[5]

Det mål jag eftersträfvat hade jag nu nått. Jag hade — åtminstone enligt min åsigt — funnit nyckeln till lösningen på fjällgeologiens många motsägelser, och mina fjällvandringar kunde nu hafva slutat. Men under årens lopp hade jag samlat så mycket nytt material för en öfversigtskarta öfver fjälltrakterna på ömse sidor om riksgränsen i det centrala Skandinavien, att jag ansåg mig böra fortsätta för att bringa en sådan karta till stånd; detta så mycket mer, som utan en dylik min nya uppfattning af fjällgeologien ej skulle kunna tydligt framställas. Med Trondhjemsfältet var jag vid denna tid (1888) i hufvudsak färdig, men med sparagmitfältet hade jag befattat mig jemförelsevis föga. Jag började nu med en revision af detta, troende att en sådan skulle vara jemförelsevis lätt. Det visade sig emellertid snart, att sparagmitfältet erbjöd nästan ännu större svårigheter än Trondhjemsfältet, och åter togs flera somrars arbete i anspråk. Derunder hade jag rikligt tillfälle att pröfva öfverskjutningshypotesens duglighet, och ju längre arbetet framskred, desto mer blef jag öfvertygad om dess förmåga att lösa fjällgeologiens gåtor. Denna öfvertygelse har nu fått sitt grafiska uttryck i den bifogade öfversigtskartan, tafl. 1.

---

[1] Om de geologiska svårigheterna vid riksgränsen.
[2] Naturen 1888, s. 122.
[3] Graptolitförende skiferzoner i det Trondhjemske.
[4] Aflagringarne på ömse sidor om riksgränsen i Skandinaviens sydligare fjälltrakter.
[5] Om fjällproblemet.

Hvarje sådan karta måste naturligtvis blifva i viss mån subjektiv, emedan åtskilligt i dess karaktär blir beroende af den teoretiska uppfattning, som varit den ledande vid observationernas tydande och kombinering, men graden af subjektivitet förminskas väsentligt, när — såsom i förevarande fall — den ledande teoretiska uppfattningen icke var någon på förhand gifven, utan så småningom utbildades under arbetets gång derigenom, att alla andra tänkbara förklaringssätt efter hand eliminerades, emedan de visade sig vara ohållbara. Jag vågar derför tro, att den föreliggande kartan gifver en väsentligt riktigare framställning af de stora hufvuddragen i fjälltrakternas invecklade geologi än dess föregångare. Detaljerna hafva icke öfverallt kunnat utarbetas med lika omsorg. Området är stort, alltför stort att kunna till fullo beherrskas af en man, äfven med hjelp af allt det förut befintliga materialet.[1] Det har derför varit nödvändigt att strängt skilja mellan hufvudsak och bisak, att företrädesvis egna uppmärksamhet åt sådana delar af området, der lösningen af de stora teoretiska frågorna var att vänta, under det att andra delar, der arbetet hufvudsakligen bestod i uppgåendet af gränser, behandlades mera generelt. De brister, som kunna förefinnas i fråga om detaljer, torde dock ej vara af den art, att totalbilden derigenom väsentligen störes.

Det område kartan framställer utgör något öfver 100,000 qv.km., af hvilka dock endast omkring hälften varit föremål för i fråga varande undersökning. Området utbreder sig på båda sidor om riksgränsen inom hvad som med skäl kan betecknas såsom det centrala Skandinavien, omfattande på svenska sidan vestra delen af Jemtland, norvestra delarna af Herjedalen och Dalarne samt nordligaste delen af Vermland, och på den norska södra delen af Nordre Trondhjems amt, nästan hela Söndre Trondhjems amt, norra delen af Hedemarkens amt, nordöstra delen af Kristians amt samt mindre delar af Romsdals och Buskeruds amt (se orienteringskartan, tafl. 2).

Områdets i geologiskt hänseende intressantaste del utgöres af det stycke af den stora skandinaviska fjällsträckningen, som faller inom detsamma, nemligen från Jotunheimen och Dovre i SV. till Penningkeisen (riksrös 187) i NO. Denna sträckning är ett af många och delvis mycket djupa dalar sönderskuret högland, hvilket har sin största höjd i SV. och sedan så småningom sänker sig mot NO. Kring Jotunheimen och Dovre ligger nemligen större delen af landet mer än 1,000 m. öfver hafvet, och de högsta fjälltopparne nå der en höjd af öfver 2,000 m., under det att längst i NO. endast enstaka toppar öfverstiga 1,000 m.

Äfven de lägre områdena på ömse sidor om fjällsträckningen äro temligen starkt kuperade; egentligt slättland förekommer ej. De jemnaste partierna ansluta sig till områdets båda största insjöar; de finnas nemligen Ö. om Mjösen i Norge och kring Storsjön i Jemtland. Rörande höjdförhållandenas hufvuddrag må för öfrigt hänvisas till bifogade lilla höjdkarta, tafl. 3.

---

[1] Enär hela det område, som varit föremål för min undersökning, redan förut blifvit geologiskt kartlagdt, har naturligtvis, såsom ock af litteraturförteckningen framgår, mycket äldre material förelegat, som under arbetets gång kunnat tjena till hjelp och vägledning. Dock har detta äldre material ej varit mig till det gagn, som man möjligen skulle kunna tro, emedan de i många hänseenden helt och hållet nya synpunkter i fråga om fjällbyggnaden, hvilka efter hand framställde sig för mig, nödvändiggjorde en ganska genomgående revision af nästan hela det egentliga fjällområdet, en revision, som för vissa ej obetydliga delar af detsamma kan sägas vara liktydig med nyrekognoscering.

Systemindelning. Ända tills på senaste tid hafva de äldsta (de icke fossilförande) leden i jordskorpans byggnad blifvit jemförelsevis styfmoderligt behandlade af geologerna. Numera har man dock på flera håll börjat egna dessa gamla bildningar ett noggrannare studium, och man har då mer och mer kommit till insigt derom, att mellan det egentliga urberget och den lägsta väl karakteriserade fossilförande nivåen, eller Olenellus-zonen, finnas mäktiga lagerföljder, hvilkas bergarter uppträda dels med tydligt klastisk habitus, och dels mer eller mindre metamorfoserade. Förr blefvo dessa bildningar allt efter omständigheterna hänförda än till urberget, än till kambrium, ehuruväl man mången gång hade en känsla af, att de ej egentligen tillhörde någotdera, men numera är det allmänt insedt, att de böra uppföras såsom en egen afdelning. I Norra Amerika har så ock redan skett. Följande WALCOTTS föredöme afsluta detta lands geologer kambrium nedåt med Olenellus-zonen;[1] alla äldre klastiska bildningar och med dessa ekvivalenta metamorfosiska sammanfattas sedan år 1889 af Förenta Staternas Geologiska Undersökning under benämningen »Algonkiska systemet».[2] Då detta namn nu redan vunnit burskap på den stora vestra kontinenten, torde detsamma för motsvarande bildningar i andra verldsdelar böra föredragas framför något nybildadt;[3] flera af de geologiska systemnamnen hafva ju på samma sätt efter hand erhållit en allmän betydelse från att ursprungligen blott hafva haft en mera lokal. Visserligen kan detta nya system ej på samma sätt som alla de yngre identifieras på grund af paleontologiska kännemärken,[4] men definieras det på sätt som ofvan angafs, så torde det i allmänhet ej vara svårt att på olika trakter igenkänna. Osäkerhet i fråga om sjelfva gränsbildningarne kunna naturligtvis förekomma, men så kan hända vid hvilka systemgränser som helst, och om det derför än kan väntas, att på olika ställen för det algonkiska systemet dragna gränser ej fullt korrespondera, så är detta dock intet skäl mot användandet af en gemensam benämning för de i fråga varande bildningarne.

I Skandinavien, och specielt inom den del deraf, som framställes på vår öfversigtskarta, finnas mycket betydande aflagringar, hvilka i ofvan angifna mening kunna betecknas såsom algonkiska. De bestå dels af rent klastiska, dels af kristalliniskt skiffriga bildningar. Hittills hafva de blifvit inhysta dels i kambrium och dels i urberget, men att de ej rättvisligen hafva hemortsrätt i någotdera, utan intaga en sjelfständig ställning mellan båda, är numera tydligt nog, såsom i det följande skall visas.

Vårt områdes algonkiska bildningar kunna naturligen indelas i tvenne stora grupper, Dalarnes sandstensgrupp och Sevegruppen.[5] Den senare är den vida större och viktigare, den spelar en hufvudrol inom de egentliga fjälltrakterna. Dalarnes sandstensgrupp åter ligger så att säga på sidan om dessa och bildar ett temligen isoleradt fält för sig.

---

[1] C. D. WALCOTT, Cambrian. Bull. N:o 81 of the U. S. Geol. Surv.

[2] Jfr C. R. VAN HISE, Archæan and Algonkian. Bull. N:o 86 of the U. S. Geol. Surv.

[3] I Finland har det redan blifvit infördt af J. J. SEDERHOLM. Se hans arbete »Om bärggrunden i Södra Finland».

[4] Flerstädes i Norra Amerika hafva spår af försteningar påträffats i algonkiska bergarter, dock hittills alltför fåtaliga och spridda för att kunna tjena såsom ledning vid systemets bestämmande.

[5] Äfven andra och ännu äldre bildningar finnas, hvilka strängt taget likaledes borde hänföras till de algonkiska, såsom t. ex. Digerbergssandstenen i Dalarne med dess konglomerat, men att utskilja dem och allt hvad med dem skulle kunna följa, är för närvarande ej rätt väl görligt och för öfrigt för detta arbetes uppgift oväsentligt. På kartan hafva derför blott de yngre algonkiska bildningarne blifvit utsöndrade, då deremot de äldre sammanslagits med de arkäiska till en grupp, som tills vidare må betecknas med den gamla benämningen »urberget».

När man, i öfverensstämmelse med WALCOTT och många andra med honom, såsom kambriska räknar blott sådana aflagringar, hvilka på grund af vare sig paleontologiska eller stratigrafiska skäl kunna bestämmas såsom bildade under primordialfaunans tid,[1] visar det sig för skandinaviska förhållanden lämpligast att uppföra kambrium ej såsom ett eget system, utan såsom den äldsta afdelningen af silursystemet, hvilket då blir sammansatt af: kambrium, undersilur och öfversilur. På kartan hafva undersilur och öfversilur blifvit särskilda så godt ske kunnat, men att utskilja kambrium har af petrografiska skäl ej låtit sig göra. Kartområdets kambriska bildningar bestå nemligen dels af skiffrar och dels af kvartsiter. De förra sammanhänga så nära med de siluriska skiffrarne, att de på en karta i liten skala ej kunna afgränsas mot dem, särdeles som bristen på försteningar mångenstädes gör gränsen osäker. Kvartsiterna åter sluta sig i sitt uppträdande nära till Sevegruppens klastiska bildningar. Här är dock en afgränsning möjlig, hvarför ock dessa kambriska kvartsiter på kartan erhållit en egen beteckning. I texten hafva de dock af lämplighetsskäl blifvit omnämnda i sammanhang med de olika fält af Sevegruppens klastiska bildningar, jemte hvilka de uppträda.

Yngre än silur och antagligen af devonisk ålder är ett litet sandstensfält i Mjösentrakten, och möjligen kunna en del sandstenar i Trondhjemstrakten härröra från samma tid. Dessa äro vårt kartområdes yngsta prekvartära aflagringar. De kvartära ligga utanför detta arbetes ram.

Den systemindelning, som vid kartans utarbetande blifvit följd, är således:

Devoniska bildningar (?)

Siluriska bildningar

Öfversilur
Undersilur
Kambrium (= Primordial)

Yngre algonkiska bildningar

Sevegruppen
Dalarnes sandstensgrupp

Äldre algonkiska** och **arkäiska bildningar.

Såsom en blick på kartan visar, spela algonkiska och siluriska bildningar en betydligt större rol inom kartområdets bergbyggnad än arkäiska. De erbjuda ock större geologiskt intresse. Vi skola derför först vända oss till dem.

[1] Så gör äfven HÖGBOM i »Geol. beskrifning öfver Jemtlands län» (se sid. 29, not).

Dalarnes sandstensgrupp eller Dalasandstenen.

Dalasandstenen är en stor och mäktig sandstensformation, som har sin hufvudsakliga utbredning i nordvestra Dalarne, hvarifrån den sträcker sig mot N. ett stycke in i Herjedalen och mot V. in i Trysil i Norge.

Inom detta område äro rödaktiga, i regeln något fältspathaltiga kvartssandstenar förherrskande; mera underordnadt uppträda gråa kvartssandstenar och gråa eller röda skiffrar. Inbäddade i dessa klastiska bergarter förekomma många och delvis mycket mäktiga diabasmassor.

Lagerställningen inom Dalasandstenens fält är i det stora hela föga rubbad, och skiktläget följaktligen i allmänhet sväfvande. Undantag härifrån förekomma nästan endast i närheten af fältets vestra och sydvestra gränser, der uppresningar och veckningar finnas, dock icke i särdeles stor skala.

De bästa tillfällena att studera Dalasandstenens sammansättning erbjuda de södra delarne af dess område. Närmast på underlaget, som mestadels är porfyr, ligger här i regeln ett konglomerat, i hvilket bollarne till en stor del bestå af porfyrer, men äfven af kvartsiter och kvartsitsandstenar, hvita, rödbruna och orangefärgade. Sedan följer en ljus, mestadels rödaktig, stundom gulaktig kvartssandsten, som dock i regeln håller något fältspat, hvilken på vittrad bergyta framträder såsom hvita kaolinpunkter. Underordnadt förekomma små rödbruna skikt, hvilka ofta på skiktytorna hafva runda, ljusa fläckar, tydligen uppkomna genom reduktion och utlösning af den jernoxid, som frambringar bergartens röda färg. I tvärbrott ser man, att dessa fläckar äro horisontalsnitt af linsformiga partier. Månne de kunna vara märken efter organismer, hvilkas förruttnelseprodukter orsakat jernoxidens reduktion? Diagonalskiktning och böljslag på skiktytorna äro vanliga företeelser i denna sandsten, hvars mäktighet kan uppgå till öfver 200 m. Såsom en bädd i den förekommer NV. om Venjan en ganska betydlig massa af medelgrof, jemnkornig olivindiabas af Åsbytypen.

En annan diabasbildning öfverlagrar denna nu omtalade understa afdelningen af Dalasandstenen, nemligen en stor diabasbädd, eller rättare ett komplex af diabasbäddar, hvilket med en mäktighet, som kan stiga till 80 à 90 m., utbreder sig från Öje mot NV. öfver en kontinuerlig sträckning af mer än 80 km. i längd. Diabasen i denna stora bildning är s. k. »Öjediabas», d. v. s. en småkornig till finkornig normal diabas, oftast

porfyrisk genom inströdda ända till 6 à 8 cm. långa plagioklasindivider och äfven ofta mandelstensartad. Utfyllningarne i mandlarne äro dels agat och kalcedon, dels kalkspat eller kloritiska mineral. [1]

Af skäl, som längre fram skola anföras, är det tydligt, att Öjediabasen utgöt sig som strömmar under ett afbrott i sandstenens aflagringsperiod, och man kan derför säga, att den ingår i Dalasandstenens lagerföljd. Den nästa länken i denna är en af jernoxid starkt brunfärgad och på fältspatkorn temligen rik sandsten, hvars mäktighet kan uppgå till öfver 100 m. Den synes vara bunden vid Öjediabasens område, och säkerligen härleder sig dess ovanligt höga halt af jernoxid från diabasens vittringsprodukter.

Den rödbruna sandstenen betäckes af en ny afdelning, hvilken i motsats till den utmärker sig genom en förherrskande grå färgton. Den består nemligen af grå eller

Fig. 1. Längdprofil genom södra delen af Dalarnes sandstensområde.

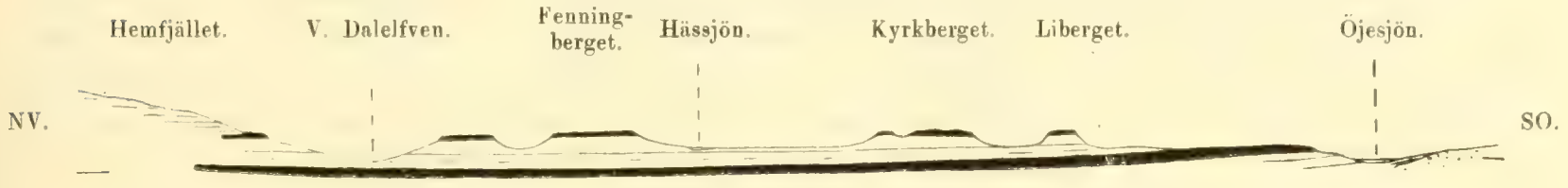


Fig. 2. Tvärprofil genom södra delen af Dalarnes sandstensområde.

Prickadt = porfyr; *svart* = diabas; *hvitt* = sandsten.
Längdskala 1 : 400000.

någon gång svagt rödlett kvartsit med inlagringar af gråa eller — i de undre lagren — röda skiffrar. Mäktigheten af detta komplex är omkr. 100 m. Sedan följer sandstensbildningens öfversta afdelning i denna trakt, en rödlett sandsten med inlagringar af röd skiffer, det hela med en mäktighet, som kan uppgå till omkr. 250 m. I den lägre delen af denna bildning förekommer i nedre sluttningen af Hemfjället V. om Transtrand en bädd af medelgrof, jemnkornig olivindiabas af Särnatypen, och diabas af liknande beskaffenhet bildar täcken på en rad af i SO. härom belägna platåberg, såsom Horrmundsberget, Fenningberget, Kyrkberget och Liberget. (Se ofvanstående profiler.)

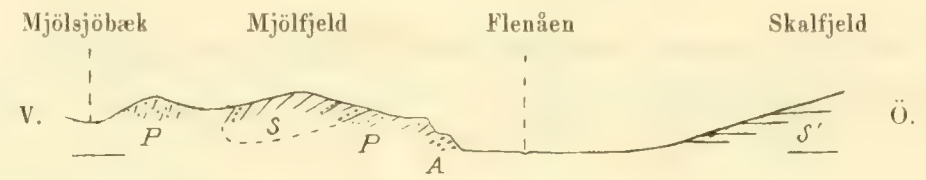
Det nu rörande byggnaden inom södra delen af Dalasandstenens fält anförda skulle kunna skematiskt sammanfattas sålunda:

[1] Enligt H. HEDSTRÖM skall en svart, bitumenhaltig kalkspat förekomma i diabasens hålrum i Angårdsklitten, S. om Granbergets fäbodar, NV. om Öf. Malung. G. F. f. Bd 18, sid. 68.

	Ungefärlig mäktighet i meter.
Rödaktig sandsten med inlagringar af röd skiffer	200—300
(*Olivindiabas* [Särnatypen])	
Rödaktig sandsten med röd skiffer	
Hvitgrå kvartsitsandsten med grå skiffer	100
Ljus kvartsit med små lager af röd skiffer	
Rödbrun sandsten	120
Öjediabas	15—90
Rödaktig kvartsitsandsten med mörkare smålager	150—250
Konglomerat	
Porfyr.	

Denna indelning af Dalasandstenen gäller emellertid — såsom nämndt — blott för södra delen af dess område och kan ej genomföras för detta i dess helhet, emedan Öjediabasen och den densamma åtföljande rödbruna sandstenen, som äro de bästa ledlagren, ej återfinnas inom fältets nordligare delar. I fältets vestra del uppträda visserligen ett

Fig. 3. Profil öfver Mjölfjeld.



P porfyr, något förskiffrad; *A* augitporfyrit; *S* sandsten med konglomerat; *S'* röd, ljus och orangefärgad sandsten i vexlande lager.

par bäddar af Öjediabas, nemligen V. om Gördalen och i Frengen fjeld, men huruvida de intaga samma nivå som den stora bädden kan ej för närvarande afgöras. Beträffande sandstensbildningens beskaffenhet inom vestra delen af fältet må nämnas, att der förekommer en sandstensvarietet, som i fältets södra del ej blifvit observerad annat än såsom bollar i bottenkonglomeratet, nemligen orangefärgad kvartsitsandsten. Sådan träffas nemligen i Skjeggemurfjeld och Skalfjeld i Trysil såsom lager vexlande med andra sandstenar, ljusa och blekröda, af mera vanligt utseende. Det skulle då kunna synas sannolikt, att här vore moderklyften till de nämnda bollarne, och att här således funnes en rest af en sandstensbildning äldre än den egentliga Dalasandstenen. Anmärkas må emellertid, att sandstensbildningen i det V. om Skalfjeld belägna Mjölfjeld har ett på porfyr hvilande bottenkonglomerat, hvilket, såsom vanligt, innehåller bollar af orangefärgad kvartsitsandsten. Detta är visserligen ej något fullgiltigt bevis mot att den nämnda på ursprunglig klyftort förekommande petrografiskt likartade kvartsitsandstenen kan vara bollarnes ursprung, men gör dock mindre troligt, att så skulle vara förhållandet.

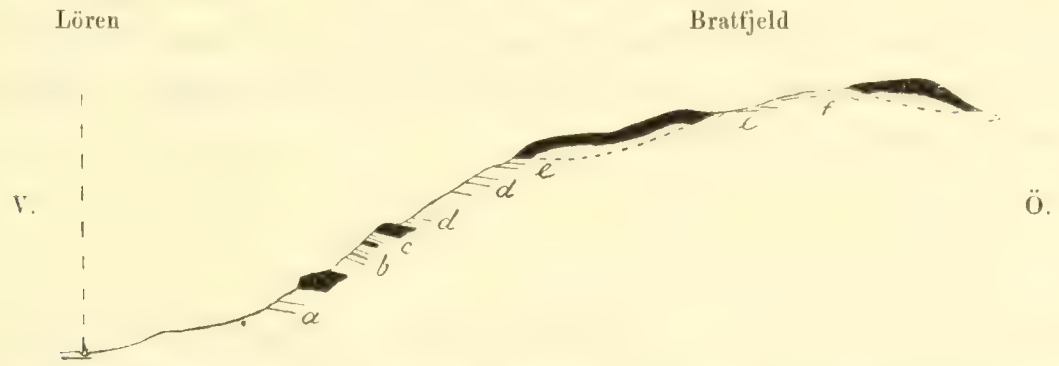
Såsom exempel på de något högre liggande lagrens beskaffenhet inom sandstensfältets vestra del må profilen fig. 4 öfver Bratfjeld i Lördalen anföras. I petrografiskt hänseende synas lagren här kunna närmast sammanställas med den öfversta afdelningen inom fältets södra del.

I trakten kring Idre finnas inga goda profiler blottade. Den allmänna bergarten der är en rödlett, temligen finkornig och väl skiktad sandsten. I denna förekommer en stor bädd af småkornig och jemnkornig olivindiabas af Särnatypen.

Vid Hexberg vid Fjätelfven finnes en breccia bestående af sandstensbitar i en grundmassa af kalksandsten. Att döma af blocken torde denna breccia hafva en ej obetydlig utbredning i trakten. Den synes ligga ofvanpå Dalasandstenen och är antagligen bildad af dennes detritus.

Den flik af Dalasandstenens område, som öfver Fjätsjöru skjuter mot NO. in i Herjedalen, företer en från områdets öfriga delar i viss mån afvikande bergartshabitus, beroende derpå, att här starka pressningar varit i verksamhet. Sandstenen är nemligen här i regeln förskiffrad; sericit har utbildat sig på skiffringsytorna, och bergarten har i följd häraf erhållit en viss likhet med pressad röd sparagramit. Den har derför ock hittills blifvit misstagen för sådan af både mig och andra. Skillnaden i petrografiskt hänseende är ej heller någon väsentlig, enär bådadera äro fältspathaltiga sandstenar, och misstaget således lätt förklarligt. Bergartens sammanhörighet med Dalasandstenen visas emellertid dels af

Fig. 4. Profil öfver Bratfjeld vid Lördalen.



a rödlett kvartsitsandsten; *b* ljus sandsten med brunröd skiffer; *c* tunnskifvig sandsten med röd skiffer; *d* blekröd, fin sandsten med rödbruna lager; *e* mörkt rödgrå, tät sandsten; *f* röd kaolinsandsten; *svart* diabas.

bådas sammanhang i fält och dels af vissa petrografiska egendomligheter, såsom t. ex. ljusgula fläckar i de mera rödbruna lagren, sådana som så ofta förekomma i Dalasandstenen, men äro främmande för sparagmiten.

I Fjätsjöru har man ett godt exempel på huru sandstenen är utbildad i denna trakt. Underst träffas rödbrun, något fältspathaltig och svagt förskiffrad sandsten med underordnade ljusgula skikt. Högre upp blir bergarten gråröd eller gråviolett, stundom nästan rent grå, starkare förskiffrad och tätt genomdragen af små kvartsådror. I fjällets öfversta del är lagringen ungefär horisontal, men i dess sidor stupar den i regeln inåt, dock äro mindre veckningar ej sällsynta.

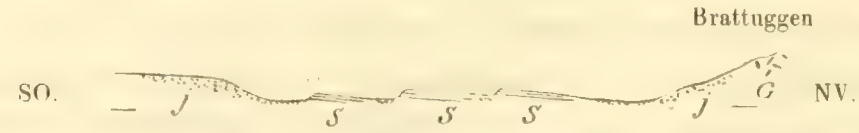
Omkring 16 à 17 km. ONO. om Fjätsjöru äro några lager blottade, hvilka antagligen tillhöra Dalasandstenens understa del i denna trakt. De befinna sig i en »utspolning»[1]

[1] Med »utspolning» förstår jag sådana i fjälltrakternas dalar ej sällan förekommande ställen, der den eljest rådande jordtäckningen är liksom bortspolad, och berggrunden således mycket blottad, i motsats mot hvad fallet är rundt omkring. Dylika utspolningar äro i regeln långsträckta och deras sidor ej sällan mycket skarpt begränsade. Så är ock fallet i den i fråga varande, såsom tvärprofilen fig. 5 visar.

Såsom exempel på andra och vida större utspolningar kunna nämnas: Jerfdalen V. om Vesterfjället, S. om Mörsil och Nörendalen N. om Narsjön, S. om Röros. Antagligen äro dessa utspolningar märken efter istidens glacierelfvar.

öster nedanför Brattuggen, ett strax NO. om Kölsjön beläget berg, och bestå af en mörkt rödbrun, temligen lös och flackt mot NV. fallande sandstensskiffer med spridda bollar af granit, röd och grå kvartsit, rödlett och hvit kalksandsten, kvarts m. m. Längst NO. i samma utspolning anstår en helt annan bergart, nemligen en ljus, temligen grof och hård sparagmit.

Fig. 5. Tvärprofil öfver utspolningen vid Brattuggen.



G Granit; *S* sandsten; *j* jordtäckt.

Dalasandstenens *mäktighet* är, såsom nämndt, betydlig. Bortses från diabasbäddarne, kan den i fältets södra del uppskattas till 600 à 800 m. Mot N. blir den mindre. I trakten af Idre torde den ej kunna anslås till mer än omkr. 300 m. I öfverensstämmelse härmed är ock det material, hvaraf sandstenen bildats, i det stora hela något gröfre inom fältets södra och östra delar än längre mot norr. Ända igenom är dock Dalasandstenen en grundvattensbildning. Detta bevisas icke blott af dess natur af sandsten, utan äfven deraf, att så väl i dess undre som i dess öfre afdelningar böljslag och diagonalskiktning äro ganska vanliga företeelser.

De i Dalasandstenen så talrikt förekommande *diabaserna* hafva i det föregående blifvit i korthet omnämnda; de spela emellertid en så stor rol inom sandstensfältet, att ett och annat rörande dem och deras förhållande till sandstenen torde böra tilläggas.

På de få ställen, der de öfversta och de understa delarne af Öjediabasens stora bädd träffats blottade, har bergarten i dem befunnits »märkbart tätare än vanligt och innehållande oregelbundet formade, mestadels mer eller mindre fullständigt med kalkspat utfyllda hålrum af olika storlek. Äfven finnas stundom jaspisartade partier».[1] Häraf framgår, att diabasbäddens så väl öfre som undre yta haft en något slaggig beskaffenhet. Detta i förening med dess stora horisontala utbredning visar, att dess bildning inträffat under sandstenens aflagringsperiod. Detsamma bekräftas ock af det från dessa trakter sedan länge kända agatkonglomeratet, ett fint konglomerat, hvars mestadels nötstora af agat och kalcedon bestående bollar ej rimligtvis kunna hafva annat ursprung än diabasens mandlar.[2]

Enär diabasbädden täckes af stora sandstensmassor äro blott dess kanter synliga. I dessa är mäktigheten på olika ställen mycket olika och i det hela större på den östra

[1] A. E. T. Hochgebirge, s. 17.

[2] Agatkonglomeratet har mig veterligt aldrig blifvit observeradt i fast klyft under fullt tydliga förhållanden. Säkert är dock, att det uppträder i nära anslutning till diabasen, men det kan ej med bestämdhet afgöras, om det ligger ofvanpå hela diabasbildningen eller såsom en inlagring i den; det senare synes dock sannolikare. Yngre än hela sandstensformationen kan det ej vara, ty då kunde bollarne ej så enbart bestå af agat, som nu är fallet. Konglomeratet är således i alla händelser en länk i sandstenens lagerserie.

sidan än på den vestra. På den förra kan den nemligen i medeltal uppskattas till 75 à 90 m., då den deremot på den senare stundom sjunker ned till 15 à 20 m. Hela diabasmassan skulle kunna liknas vid en än uppsvällande, än hopsjunkande ström, som i det stora hela tunnar af mot vester. Den har dock påtagligen ej uppkommit på en gång, utan genom flera på hvarandra följande yteruptioner. I diabasen vid foten af Hemfjäll, N. om Transtrand, finnes t. ex. ett mellanlager af sandsten, och vid landsvägen V. om Öje har jag sett agatkonglomerat, som — så vidt af de föga blottade förhållandena kunde dömas — likaledes torde vara en inlagring i diabasen.

En punkt, som möjligen kan vara ett utbrottsställe för dessa diabasströmmar, är Bullberget något SO. om Lima. Detta berg höjer sig såsom en stor kulle öfver den omgifvande diabasgrunden och består af en diabasvarietet, som genom något gröfre korn och frånvaro af så väl porfyrisk som mandelstensartad utbildning skiljer sig från den vanliga Öjediabasen, hvilken den för öfrigt till sammansättningen liknar.

De diabasbäddar, hvilka så att säga inom Öjediabasens ram uppträda högre upp i sandstensaflagringen, bildande en rad af platåberg, såsom förut är nämndt, synas ungefärligen ligga på samma stratigrafiska nivå, och derför uppfattade jag dem förr såsom delar af en enda stor bädd, hvilken jag antog vara, i likhet med Öjediabasens, uppkommen genom en yteruption under sandstenens bildningstid. På grund af hvad jag på senare tid haft tillfälle att iakttaga rörande liknande diabaser inom sandstensfältets vestra del, anser jag det emellertid numera möjligt, att de nämnda diabasbäddarne kring Transtrand kunna vara injicierade. Kring Lördalen och Drivdalen förekomma nemligen bäddar af småkornig till medelgrof, jemnkornig diabas på flera olika nivåer (se fig. 4, sid. 13), men hvarje bädd har en jemförelsevis liten horisontel utsträckning. Mot kontakterna med sandstenen blir bergarten i dessa bäddar finkornigare, men ej slaggig. Här kan det derför synas sannolikt, att diabasen är injicierad, och då kan så ock möjligen vara händelsen med de nämnda liknande kring Transtrand, hvilka i så fall antagligen ej varit ursprungligen sammanhängande.

Nordvest om Venjan uppträda — såsom förut nämndt — ett par diabasmassor i sandstenen på en lägre nivå än Öjediabasens. Enär bergarten i dessa är en jemnkornig olivindiabas, utan spår af slaggighet eller blåsighet, så är det sannolikt, att äfven de äro injicierade bäddar.

Söder om Särna finnas flera små berg, hvilkas öfversta del bildas af på sandsten hvilande diabastäcken, och kring Idre uppträder en stor diabasbädd i sandstenen. I Gudmundåsen är denna bädd omkr. 75 m. mäktig, på andra ställen möjligen ännu mäktigare, och dess horisontalutsträckning är högst betydlig, så betydlig t. o. m., att den synes göra bäddens natur af injicierad mindre sannolik. Afgörandet af huru härmed kan förhålla sig må emellertid öfverlemnas åt framtida undersökningar af diabasens kontakter med sandstenen, hvilka kontakter dock i följd af jordtäckningen äro mycket svåråtkomliga.

Diabasen vid Idre och den med densamma likartade vid Särna (Särnadiabasen) är, såsom jag på annat ställe närmare beskrifvit,[1] i sin mest typiska utbildning en medelgrof och jemnkornig olivinförande diabas, hvilken genom ljusare färg på så väl augit

[1] Om Sveriges vigtigare diabas- och gabbroarter. K. V. A. Handl. Bd 14, N:o 13.

som olivin skiljer sig från Åsbydiabasen. Det skulle dock möjligen kunna tänkas att båda vore blott varieteter af en och samma diabastyp. Emellertid synes det, som om deras uppträdande vore något olika. Typisk Åsbydiabas är inom Dalasandstenen känd endast på nivåer under Öjediabasens. Så i de nämnda bergen NV. om Venjan (Tiberget och Buråberget) samt i Lördalen vid foten af Frengen fjeld under den der förekommande bädden af Öjediabas. De här högre än denna uppträdande diabaserna äro andra; de likna makroskopiskt Särnadiabasen, men innehålla enstatit i stället för olivin. Särnadiabasen är för öfrigt till sin petrografiska beskaffenhet mera vexlande än Åsbydiabasen. Under det att diabasen i Idrebädden t. ex., der den är typisk, är starkt olivinhaltig, kan den på sina ställen vara olivinfri och t. o. m. ganska hornblende- och kvartshaltig. Så är det äfven med vissa af diabasbäddarne i den vestra delen af sandstensfältet. I Skjeggemuren, ett berg V. vid Drivdalen strax S. om riksgränsen, förekommer en likaledes kvartsig och starkt hornblendehaltig diabasart, i hvilken augit endast sparsamt förefinnes i form af starkt anfrätta partier inuti de enhetliga (ej trådiga) hornblendeindividerna. En dylik diabas finnes äfven något N. om riksgränsen Ö. om samma dal. Här uppträder tillsammans med den en röd, småkornig, jemnkornig, temligen oligoklasrik *granit*, hvilkens sparsamt närvarande mörka beståndsdelar utgöras af biotit och hornblende. Accessoriskt förefinnes apatit i temligen långstängliga individer samt enstaka små kristaller af zirkon. Om det förhållande, i hvilket denna granit står till diabasen, vanns vid den hastiga marschen genom den på blottade hällar fattiga trakten ingen upplysning.

Dalasandstenens fält är ganska betydligt — omkr. 7,500 qv. km. om äfven de delar af detsamma medräknas, som täckas af yngre aflagringar — men det är dock säkerligen blott en ringa återstod af den ursprungliga bildningen. En rest af denna finnes, såsom bekant, i Svartelfdalen i Vermland omkring 50 km. S. om sandstensfältets sydgräns vid Malung. För öfrigt bevisar den stora mäktighet, som sandstensaflagringarne på sina ställen hafva nära intill gränserna för deras nuvarande utbredning, så t. ex. i Skalfjeld, att dessa gränser äro långt ifrån deras ursprungliga. En betydlig del af Dalasandstenen måste alltså hafva blifvit fullständigt bortdenuderad, och denudationen begynte antagligen redan under den algonkiska tiden, såsom bland annat kan slutas af den ofvan omtalade sandstensbreccian, hvilken efter all sannolikhet är äldre än traktens yngsta algonkiska bildningar.

Det är svårt att afgöra under hvilka förhållanden Dalasandstenens mäktiga aflagringar afsattes; möjligen kan det hela vara en estuariebildning. Materialet har sannolikt blifvit tillfördt från S. eller SO., enär det åt detta håll är gröfst och dess mäktighet störst. Afsättningen måste hafva egt rum under en period af långsam sänkning — och så är ju ofta fallet med estuariebildningar — ty eljest är det ej tänkbart, huru en så mäktig aflagring med alltigenom karaktär af grundvattensbildning skulle kunna hafva uppkommit. Sänkningen var dock ej kontinuerlig, ty under Öjediabasens eruptionsperiod skedde ett afbrott. Agatkonglomeratet, äfvensom den starka jernoxidhalten

i den öfver diabasen liggande sandstenen, visa nemligen, att diabasbäddarne måste hafva varit länge utsatta för atmosferiliernas vittrande inverkan, innan de sandstenslager afsattes, som nu täcka dem. Senare, men antagligen ännu innan Dalasandstenens bildningstid var slut, inträffade en ny period af eruptiv verksamhet, under hvilken eruptivmassor flerstädes inpressades mellan sandstensskikten. Huruvida de då äfven trängde upp till ytan må lemnas oafgjordt.

Sevegruppen.[1]

I min första publikation rörande fjällbildningarne (1872) införde jag benämningen »Sevegruppen» för vissa dels klastiska, dels kristalliniskt skiffriga, men sinsemellan, såsom det syntes, nära geognostiskt förbundna bildningar, hvilka spela en mycket stor rol i fjällens geologi.[2] På grund af det öfverlagringsförhållande gent emot siluren, i hvilket dessa bildningar flerstädes uppträda, ansåg jag dem då vara yngre än denna. De senare undersökningar, för hvilka i detta arbete redogöres, hafva emellertid visat, att öfverlagringen i detta fall var vilseledande, i det att den icke var ursprunglig utan sekundär. Den på densamma grundade åldersbestämningen blef i följd häraf oriktig; de i fråga varande bildningarne äro ej yngre, utan äldre, än silur. Det oaktadt har Sevegruppens afgränsning, sådan jag först bestämde den, befunnits vara i hufvudsak riktig, och namnet kan derför lämpligen bibehållas, om än det vid detsamma ursprungligen fästade åldersbegreppet måste förändras.

Redan innan benämningen »Sevegruppen» kommit i användning på svenska sidan hade på den norska hufvudmassan af de klastiska bergarter, hvilka jag nu vill hänföra till denna grupp, af KJERULF sammanfattats under uttrycket »Sparagmitfjeldet» (1860).[3] Senare bildade han namnen »Sparagmit-kvarts-fjeldet» och »Sandsten-kvarts-fjeldet» för olika delar af hvad han ursprungligen kallade »Sparagmitfjeldet», men undvek att nyttja detta uttryck enbart. En kollektivbenämning för Sevegruppens klastiska bildningar är dock nödvändig, och vore det möjligt, skulle jag såsom sådan helst adoptera den af KJERULF ursprungligen använda, men i svenskan låter det sig ej göra att i det ord, som motsvarar det norska »fjeld», inlägga begreppet af en geologisk afdelning, och detsamma kan sägas äfven om de stora kulturspråken. Jag finner det derför nödvändigt att utbyta »fjeld» i uttrycket »Sparagmitfjeldet» mot någon annan term, som har mera allmän burskap, och väljer då dertill termen »formation», särdeles som vid densamma numera ej något tidsbegrepp behöfver fästas. Med »sparagmitformationen»[4] förstår jag således en

[1] Af på sid. 9 angifna skäl omnämnas i detta kapitel äfven de kambriska kvartsiterna, ehuruväl de ej tillhöra Sevegruppen.

[2] En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen, s. 14.

[3] Sparagmitfjeldet, s. 3.

[4] I »Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område» använder BJÖRLYKKE termen »sparagmitformationen» för att utmärka hvad jag i detta arbete betecknar såsom »sparagmitformationens undre afdelning». Samma formations öfre afdelning kallar han »kvartsitformationen». Detta kan hafva sin förklaring i den öfre afdelningens abnormt svaga utbildning inom bladet Gausdals område, men manar ej till efterföljd, emedan då just de mest typiska sparagmitbildningarne skulle blifva uteslutna ur »sparagmitformationen». BJÖRLYKKE säger sig (s. 4) taga »sparagmitformationen» med den af KJERULF gifna begränsningen, men jag har ej kunnat finna, att KJERULF någonsin begagnat denna term.

serie aflagringar, i hvilken sparagmiter och med dem nära beslägtade bergarter spela hufvudrolen.

Till Sevegruppen hörande kristalliniskt skiffriga bildningar förekomma inom vårt kartområdes norska del endast såsom spridda partier med jemförelsevis mindre utbredning. Deras rätta natur har derför ock ej blifvit insedd i Norge, utan de hafva der — såsom af KJERULFS kartor synes — blifvit inrangerade än i urberget, än i »Sparagmitfjeldet» och än bland Trondhjemsfältets skiffrar. De hafva derför ej heller i Norge kunnat sammanfattas under en gemensam benämning. På svenska sidan, der i fråga varande bildningar genom sin stora utbredning väckte uppmärksamheten redan under fjällundersökningarnes första tid, och der deras nära samhörighet med sparagmiterna redan tidigt insågs, hafva de mestadels blifvit kallade »Åreskutans skiffrar» eller »Åreskiffrar». Denna benämning må ock här bibehållas, då Åreskutan är en allmänt känd och för dessa skiffrar mycket typisk förekomstort, om än ej alla deras varieteter der finnas.

Inom Sevegruppen särskilja vi här således å ena sidan klastiska bildningar, *sparagmitformationen*, å den andra kristalliniskt skiffriga, *Åreskiffrar*. Såsom i det följande skall visas, äro dessa båda grupper att betrakta såsom olika facies från Sevegruppens bildningstid.

Sevegruppens klastiska facies (Sparagmitformationen) och kambrisk kvartsit.

I sin afhandling om »Sparagmitfjeldet» säger KJERULF, sid. 3: »Med navnet sparagmit betegnede J. ESMARK 1829 [1] fortrinsvis vistnok en bergart lig Tyldalens ved Midtskoven og i Bellingen, men brugte dog også dette navn for nærstående afændringer. — — — — — — Sparagmit indeholder både skarpkantede og afrundede små stykker eller korn af især kvarts og feldspat — i forskjellige farver og i en ligeledes forskjellig farvet grundmasse». I ett senare arbete [2] definierar samme författare sparagmit såsom »en lys, rödlig til gulhvid brekcie med inblandet talk samt med mörke, violette brudstykker». I den omfattning, som begreppet sparagmit numera fått, förstås dermed i allmänhet fältspatrika sandstenar, mestadels temligen grofkorniga och ofta något metamorfoserade, i hvilket fall nybildad sericit (förr ansedd såsom talk) tillkommer. Sådan är isynnerhet riklig i sparagmiter, som blifvit tryckmetamorfoserade och förskiffrade (sparagmitskiffrar). I de gröfsta sparagmiterna, d. v. s. sådana, i hvilka korndiametern uppgår till omkring 5 mm., kunna fältspatkornen [3] vara både större och talrikare än kvartskornen, men med aftagande kornstorlek blifva dessa senare vanligen allt mer öfvervägande; bergarten öfvergår till fältspatförande kvartssandsten (sparagmitsandsten) och till sist till nästan ren kvartsit. Men om ock inom sparagmitområdena sådana bergarter, som kunna betecknas

[1] Reise fra Kristiania til Trondhjem, sid. 21.

[2] Stenriget og Fjeldlæren, 3:dje uppl., sid. 76.

[3] Sparagmiternas fältspat är öfvervägande kalifältspat, vanligen mikroklin, dock finnes ofta äfven något plagioklas, stundom anmärkningsvärdt frisk. Såsom allotigena beståndsdelar kunna för öfrigt förekomma, ehuru endast i mera underordnad mängd, små bitar af finkorniga bergarter, mer eller mindre kloritiserad biotit, små korn af apatit, hornblende, zirkon och ett par andra ej närmare bestämbara mineral. Utom sericit är kalkspat en sällan felande nybildning.

såsom kvartsiter i strängare mening, mestadels äro temligen finkorniga, saknas dock icke exempel på mera grofkorniga sådana. Så t. ex. Vemdalskvartsiten och en stor del af den s. k. blåkvartsen.

Sparagmiterna förekomma i flera olika artförändringar, som man vanligen plägat benämna efter deras färg. En sparagmits färg beror hufvudsakligen dels på den ingående fältspatens och dels på bindemedlets färg; mindre ofta inverkar kvartsens färg. Fältspaten kan vara än grå till hvit, än mer eller mindre starkt röd; bindemedlet kan vara ljust eller mer eller mindre mörkt. I följd häraf kunna olika kombinationer uppkomma. En sparagmit med hvit fältspat och ljust bindemedel kan lämpligen benämnas *ljus sparagmit*. Den egentligen typiska *röda sparagmiten*, sådan den förekommer t. ex. i Bellingen och dess omgifningar, är en sparagmit med ljust bindemedel och en egendomlig, rödviolett fältspat. *Grå sparagmit* åter har grå fältspat och mörkfärgadt bindemedel. Är dettas färg mycket mörk skulle benämningen *mörk sparagmit* kunna vara lämplig.[1] Ej sällan är fältspaten i en sparagmit med mörkt bindemedel mer eller mindre rödaktig. Bergarten i dess helhet får då en smutsröd färg. Man skulle äfven kunna tala om *blå sparagmit*, d. v. s. en grå sparagmit, hvilken genom rikligt närvarande blå kvartskorn erhållit en blåaktig färg. Blifva de blå kvartskornen helt och hållet öfvervägande uppstår *blå kvartsit* eller s. k. *blåkvarts*.

De nu omnämnda äro de vigtigaste af de egentliga sparagmitarterna. Till dem sluta sig på det närmaste finkornigare bergarter, som kunna betecknas såsom mer eller mindre fältspathaltiga kvartssandstenar eller sparagmitsandstenar. Dessa äro i regeln ljusa, än hvita eller svagt gulaktiga, än rödaktiga. De hafva en mycket stor utbredning, och efter olika förekomstorter hafva de erhållit olika namn, såsom Trysil-sandsten, Fämun-sandsten, Långå-sandsten, Rondkvarts m. fl.

Med »höifjeldskvartsit» förstod KJERULF en ljus, temligen finkornig och något fältspathaltig, vanligen mycket tydligt och regelbundet skiktad kvartsit, ej sällan temligen starkt pressad. Han ansåg den ej tillhöra sparagmiternas afdelning, utan vara yngre än den, men — af skäl, som längre fram skola anföras — kan jag ej uppfatta den annat än som en varietet af den vanliga ljusa sparagmitsandstenen. Det kan dock vara bekvämt att för denna karakteristiska och vidt utbredda varietet hafva ett eget namn, och i det följande kommer derför »högfjällskvartsit» att der och hvar användas såsom en petrografisk beteckning.

Såsom i samband med sparagmiterna förekommande jemförelsevis underordnade bildningar uppträda dels konglomerater, dels fylliter och lerskiffrar, samt slutligen kalkiga bergarter, såsom kalksandsten, kalkiga skiffrar, orena, mestadels dolomitiska kalkstenar och äfven ren dolomit.

Materialet till sparagmiterna torde förnämligast hafva härrört från genom sekulär vittring sönderdelade graniter. Med dessas olika beskaffenhet inom skilda trakter måste

[1] När bindemedlet är mörkt torde detta — åtminstone delvis — bero på ett inmängdt koligt ämne. I ett prof af en mörk sparagmit från trakten af Lillehammer, hvilket prof äfven i pulvriseradt tillstånd var temligen mörkgrått, kunde den grå färgen lätt aflägsnas genom glödgning, under det att den ej förändrades af kokande klorvätesyra. De mörka sparagmiterna blifva ej sällan rostiga genom vittring, hvilket beror på små inspängda autigena svafvelkiskorn.

då naturligtvis äfven sparagmiternas beskaffenhet vexla. Det är för öfrigt sjelfklart, att så grofva klastiska bergarter som sparagmiterna måste förete en mängd faciesolikheter. De ofvan omnämnda olika varieteterna kunna derför i allmänhet ej sägas karakterisera olika nivåer inom sparagmitformationen. Grå sparagmit, t. ex., kan förekomma inom så väl den äldsta som den yngsta delen af denna, och om en viss nivå på ett ställe utgöres af grå sparagmit, så kan man icke derför vänta, att öfverallt på samma nivå återfinna samma bergart. Till dessa förhållanden, hvilka naturligtvis i hög grad försvåra utredandet af sparagmitområdenas tektonik, blir i det följande tillfälle att återkomma.

Det egentliga sparagmitområdet utbreder sig från trakterna V. om norra delen af Mjösen mot N. och NO. öfver östra delen af Kristians och norra delen Hedemarkens amt, samt vidare inåt Sverige genom vestra Herjedalen och nordligaste Dalarne till inemot sydligaste delen af Storsjön i Jemtland. I söder och öster gränsar sparagmitområdet mestadels till urberg, delvis dock äfven till Dalasandsten och silur, i norr och nordvest utgöres dess gräns hufvudsakligen af en der framgående stor öfverskjutningslinie, på hvars andra sida dels kristalliniska skiffrar, Åreskiffrar, dels urbergsbergarter möta. Inom sjelfva sparagmitområdet afbrytes enformigheten genom på åtskilliga ställen uppstickande större och mindre partier af granit, äfvensom af en och annan fläck af siluriska bergarter.

Rörande de olika till sparagmitområdet hörande bergarternas fördelning inom detsamma kan i stort taget sägas, att gråa och mörka varieteter, ofta åtföljda af skiffrar, äro rådande mot områdets utkant i S. och Ö., men deremot ljusa och röda varieteter inom områdets inre delar.

Sparagmitbergarterna äro tydligen grundvattensbildningar. Detta visas af deras grofva korn, af de på deras skiktytor ej sällsynta böljslagen, äfvensom af den diskordanta skiktning de ganska ofta förete. Den stora massan af sparagmitområdets aflagringar torde derför ock hafva bildats under någorlunda likartade förhållanden, men att dessa förhållanden ej voro oafbrutet rådande under hela bildningstiden, det visas af de inlagringar af kalksten och kalkhaltiga bergarter, som finnas på olika nivåer inom sparagmitbildningarne. Dessa inlagringar blifva derigenom de ledtrådar, från hvilka man måste utgå om man vill försöka att utskilja olika afdelningar inom sparagmitfältets väldiga aflagringar. För att se huruvida detta kan låta sig göra, och för att för öfrigt få en öfverblick öfver sparagmitformationens beskaffenhet inom olika delar af området, torde det vara lämpligt att behandla detta så att säga bitvis; området är för stort och dess sammansättning för vexlande, för att det hela skulle utan olägenhet kunna tagas i ett.

Trakten kring och vester om nedre Gudbrandsdalen och Mjösen. Kring nordligaste delen af Mjösen och kring nedre Gudbrandsdalen utbreder sig en ganska enformig bildning bestående af mörk sparagmit med talrika än mer än mindre mäktiga inlagringar af mörk skiffer. I söder och vester begränsas och öfverlagras den af en kalkzon, som från

Biri vid Mjösen först stryker mot V. och NV. upp efter Vismunddalen och sedan i en bugtande linie mot N. genom Gausdal till trakten S. om Ringebo i Gudbrandsdalen. Vid Biri är denna kalkstenszon särdeles mäktigt utbildad, och den har derför erhållit namnet »Birikalk».[1]

Birikalken öfverlagras af en ny serie af sparagmitiska bergarter, i hvilken grå sparagmit äfven förekommer, men i det stora hela mera underordnadt, under det att ljus sparagmitsandsten samt blå kvartsit och skifter äro mäktigt utbildade. Öfver denna serie följer sedan längre mot V. skiffrar, hvilka genom fossilfynd bevisats vara af undersilurisk ålder.

Inom i fråga varande trakt låter sparagmitformationen således helt naturligt indela sig i tvenne stora afdelningar, en undre och en öfre, skilda genom Birikalken.

Den mörka sparagmiten kring nedre Gudbrandsdalen tillhör då den undre afdelningen. Den är mestadels småkornig och ligger i tjockare eller tunnare bankar, hvilka mellanlagras af mörk skiffer, som dels är temligen fin, ren lerskiffer, stundom alunskifferartad, dels mera grof och då egentligen ej annat än en fin, skiffrig sparagmit.

Från Lillehammer utbreder sig denna sparagmitafdelning mot N. med mycket likformig habitus till något S. om Fodvang, dock blifva skifferlagren allt talrikare och mäktigare ju längre norrut man kommer. Stupningen är öfvervägande flackt nordlig, och man får derför lätt det intryck, att här skulle föreligga en kontinuerlig och mycket mäktig lagerföljd. Vid närmare efterseende märker man likväl, att — såsom ock KJERULF framhållit — der och hvar knäck och rubbningar finnas i den till utseendet enformiga nordliga stupningen, och att lagerföljden således ej är så mäktig, som den vid första påseendet tyckes vara.

Omkring 7 km. S. om Fodvang blifva skiffrar förherrskande och fortsätta intill foten af det Ö. om Fodvang belägna fjällparti, som omfattar Korstadkampen och några andra småfjäll. Här öfverlagras de af en grof, hård sparagmit utan skifferlager, men med lager af konglomerat,[2] ofvanpå hvilken följer först kalksten med skiffer (Birikalk) och sedan den öfre sparagmitafdelningen, hvilken dock här ej är rätt typiskt utbildad. Profilerna figg. 6 och 7 lemna närmare upplysning om lagerföljden i trakten kring Fodvang.

Af dessa profiler, sammanlagda med det ofvan rörande förhållandena N. om Lillehammer nämnda, framgår, att traktens lagerbyggnad sammansättes af följande hufvudled:

[1] Jfr KJERULF, Uds. 123. Sambandet mellan kalkstenarne vid Biri och Gausdal följde jag år 1892 (se »Om kalkstenen i Gausdal och om Birikalken») utan att då känna till, att Münster i N. G. U. Årbog 1891, s. 16 uttalat sig för sannolikheten af dessa kalkstenars sammanhang.

[2] Bollarne i konglomeratet bestå mestadels af granit och andra kristalliniska bergarter. Egendomliga äro bollarne i konglomeratet på norra sidan af Opsalkampen. De bestå nemligen öfvervägande »af en hvit, tät, småsplintrig bergart, som har ett i viss mån breccieartadt utseende i det att små, mestadels blott några millimeter långa, täta, matthvita partier ligga inbäddade i en mera gråhvit och ej fullt så tät, i viss belysning något skimrande mellanmassa. I mikroskopiskt preparat blir denna senare lätt genomskinlig och visar sig bestå af finfjällig muskovit och ytterst fingrynig qvarts i ojemn fördelning. De hvita, matta partierna åter synas i slipprof grå och föga genomskinliga. De bestå af ett fint aggregat af kortstängliga individer af ett starkt ljusbrytande men mycket svagt dubbelbrytande mineral, möjligen zoizit. Bergarten bär tydliga spår af att hafva blifvit sträckt och krossad, och dess nuvarande beskaffenhet är säkerligen ett resultat af en genomgripande metamorfos. Af hvad natur den ursprungliga bergarten varit, vågar jag ej afgöra.» (A. E. T. Om kalkstenen i Gausdal och om Birikalken, s. 21.)

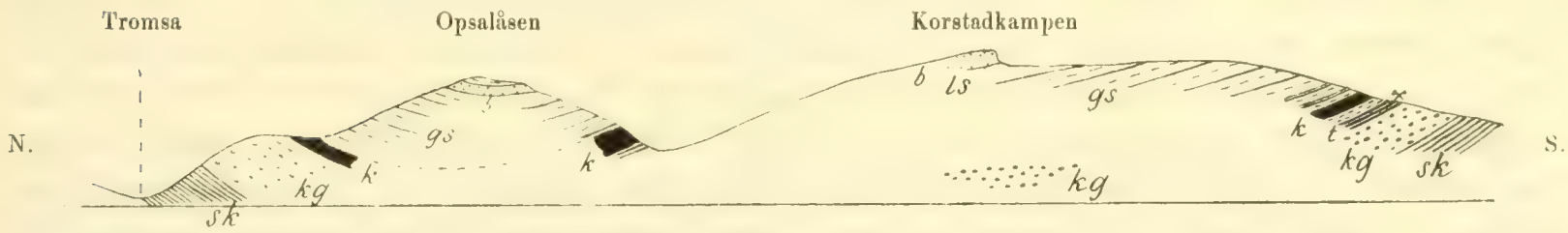
Grå skiffer (silurisk);

Blåkvarts;
Ljus sparagmitsandsten;[1]
Grå sparagmit och grå skiffer;

Kalksten (Birikalk) med skiffer;
Grof, hård sparagmit utan skifferlager men med konglomerat;

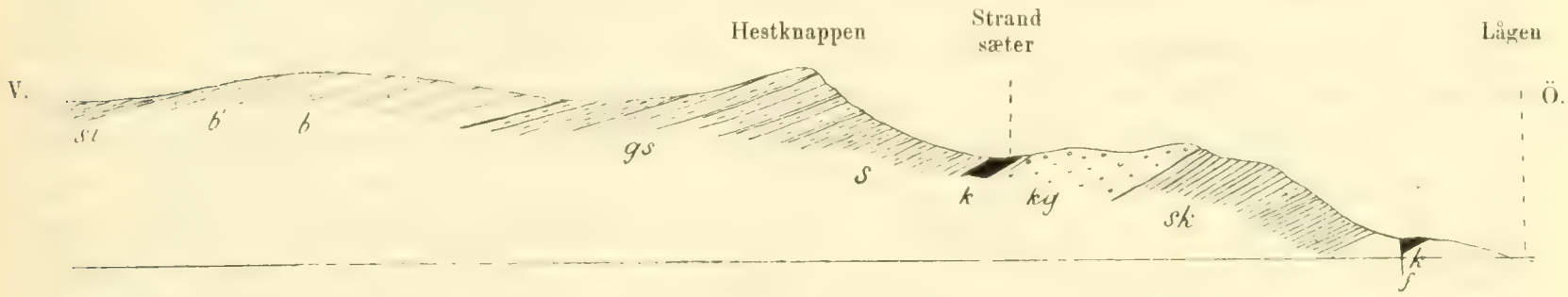
Mörk sparagmit och skiffer.

Fig. 6. Profil öfver Opsalåsen och Korstadkampen. Skala 1:50000.



sk fyllitisk skiffer; *kg* grof ljus sparagmit med konglomerat; *k* Birikalk;[2] *gs* grå sparagmit med lager af grof skiffer *ls* ljus sparagmitsandsten; *b* blåkvarts, i Opsalåsen öfverlagrad af fin, grå, sträckt sparagmit: *t* takskiffer, skrynklad i liggande skarpa veck.

Fig. 7. Profil från Lågen mot V. öfver Hestknappen. Skala 1:50000.



sk skiffer med lager af grå sparagmit; *kg* konglomerat; *k* Birikalksten; *s* grof skiffer; *gs* fin grå sparagmit och skiffer; *b* blåkvarts; *b'* skiffrig blåkvarts; *si* silurisk skiffer; *f* antagen förkastning.

På grund af sin afvikande petrografiska karaktär, äfvensom på grund deraf, att den på sina ställen är genom konglomeratbildningar afgränsad mot så väl den öfre som den undre sparagmitafdelningen, kan Birikalken med dess skiffrar sägas bilda en särskild afdelning mellan dem båda. Denna afdelning vilja vi här kalla »Biri-etagen». I följd af dess jemförelsevis ringa utbredning har den dock ej på kartan kunnat erhålla särskild beteckning, utan måst sammanslås med den undre sparagmitafdelningen.

[1] Här föga utbildad, men dock upptagen bland hufvudlagren på grund af den stora rol den spelar inom andra områden.

[2] Kalkstenen i södra sidan af Opsalåsen har delvis en egendomlig oolitisk utbildning, som dock framträder först vid mikroskopisk undersökning. Makroskopiskt är bergarten mörkgrå och nästan tät, men innehåller en mängd små ljusa partier, som hafva karaktär af utfyllningar och fläckvis spegla samtidigt. De äro kalkspat, som bildar cementet mellan bergartens hufvudbeståndsdel, de oolitiska kornen. Såsom kärnor i dessa finnas små korn af kvarts och fältspat, af hvilka isynnerhet de senare pläga vara delvis omvandlade till kalkspat. Kärnor med finkornig textur finnas äfven, och en del af der förekommande kvarts har utseende af att vara sekundär. Hvarje kärna är först omgifven af några koncentriska kalkskal, men sedan omgifves en grupp af kärnor åter af gemensamma kalkskal, i följd hvaraf så att säga polysyntetiska oolitiska korn uppkomma. Kalkskalen äro fläckvis impregnerade med en svart, bituminös substans, och sådan synes äfven utefter fina sprickor i oolitkornen. Denna intressanta kalkstensvarietet vore förtjent af en detaljerad undersökning.

Söder vid Elstad, något S. om Ringebo, resa sig på båda sidor om elfven höga, branta klippor af en än ljus än gråaktig, grof och fast, nästan oskiktad sparagmit, i hvilken der och hvar finnas enstaka bollar af kvarts och fin kvartsit. Denna sparagmitmassa tyckes höja sig puckelformigt ur djupet och bära alla andra traktens lager. Den uppmärksammades af KJERULF redan vid hans första undersökningar i dessa trakter och ansågs af honom, väl icke till en början men sedermera, såsom en säregen bildning, tillhörande den aldra äldsta delen af sparagmitformationen.[1] Såsom sådan har den äfven betecknats af BJÖRLYKKE på kartbladet Gausdal. Ofvanpå densamma ligger »et tyndt kalklag med grönne kloritskifere».[2] Högre upp kommer grå sparagmit och skiffer och i höjden Ö. om Ringebo t. o. m. blåkvarts. Om nu sparagmiten vid Elstad eller »Elstadkvartsiten», såsom den blifvit kallad, skulle ligga så lågt i lagerföljden, som de nämnde författarena antagit, så kan den ej paralleliseras med någon annan bildning inom sparagmitfältet. BJÖRLYKKE har också på bladet Gausdal gifvit den en alldeles särskild beteckning. Petrografiskt liknar den endast *en* af traktens öfriga sparagmitbildningar, nemligen den förut omnämnda aflagring af hård och grof sparagmit med konglomerat, som ligger närmast under Birikalken. En vidare analogi med sagde sparagmit visar Elstadsparagmiten äfven deri, att den närmast öfverlagras af en kalkstensnivå, om än föga mäktigt utbildad, på hvilken sedan följer först grå sparagmit och skiffer samt så blåkvarts. Denna så väl petrografiska som stratigrafiska analogi är så pass påfallande, att den inbjuder till ett försök att hänföra äfven Elstadsparagmiten till den närmast under Birikalken liggande nivån. Detta är emellertid icke möjligt så vida man ej antager, att Elstadsparagmitens parti i S. begränsas af en i O.—V:lig riktning förlöpande förkastning, N. om hvilken en sänkning skett. Jag har ej haft tillfälle att med tanke på möjligheten af en sådan förkastning undersöka trakten, men enär jag på af nu omnämnde förhållanden fullkomligt oberoende grunder förut kommit till den åsigten, att S. om Norekampen, således just i den supponerade förkastningens vestliga förlängningsriktning, en O.—V:lig förkastning måste framgå, N. om hvilken en sänkning inträdt,[3] så anser jag skälen vara ganska goda för antagandet af en förkastning S. om Elstadsparagmiten och för dennes hänförande till konglomeratnivån under Birikalken. Såsom ett ytterligare stöd för detta antagande skulle äfven kunna framhållas, att om Elstadsparagmiten låge längst ned i sparagmitformationen, då blefve dennes mäktighet alldeles abnormt liten i trakten S. om Ringebo.

Från trakten af Fodvang fortstryker den under Birikalken liggande konglomeratnivån mot S. genom Gausdal och åtminstone till Skjelbredvand i Fåberg. I Gausdal kan dess mäktighet uppgå ända till 150 à 170 m.,[4] och äfven den öfverliggande kalkstenen är der mäktigare än vanligt. Profilen fig. 8, delvis efter BJÖRLYKKE,[5] gifver närmare upplysning om dervarande lagerföljd sådan den visar sig i Evenvoldkampen. Sjelfva kampen bildas af den i fråga varande grofva och hårda sparagmiten med dess konglomerat.

[1] Uds. s. 129.

[2] BJÖRLYKKE, Gausdal, s. 6.

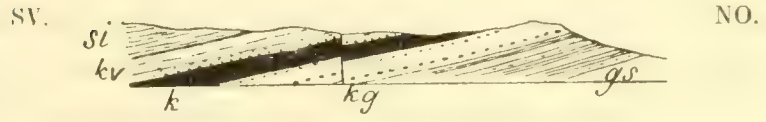
[3] G. F. f. B. 15, s. 529. KJERULF anser äfven sannolikt, att en förkastning framgår i Tromsas klyfta. Geol. d. südl. Norw., s. 47.

[4] Jfr BJÖRLYKKE, Gausdal, s. 9.

[5] Graptolitförende Skifere i vestre Gausdal. Jfr äfven A. E. T., Om kalkstenen i Gausdal och om Birikalken.

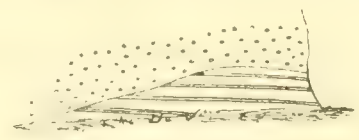
Bollarne i dessa bestå nästan uteslutande af grå granit, småkornig till medelgrof, stundom något flasrig. I de undre lagren äro bollarne i regeln linsformiga och stora, ända till ett par meter långa, i de öfre mindre och mera rundade. På ett ställe ofvanför Evenvold

Fig. 8. Profil öfver Evenvoldkampen.



gs grå sparagmit med skiffer; *kg* hård, ljus sparagmit med konglomerat; *k* Birikalk med skiffer; *kv* ljus kvartsitsandsten och blå sparagmit med skiffer samt underst ett lager konglomerat; *si* silurisk skiffer.

Fig. 9. Kontakt mellan grå sparagmit och konglomerat i Evenvoldkampen.



observerade jag en kontakt mellan konglomeratet och den underliggande fina med små skifferlager vexlande sparagmiten, hvilken kontakt genom sin ojemnhet tycktes antyda, att skiffern blifvit något denuderad innan konglomeratet aflagrades. Fig. 9.

Den ofvanpå konglomeratet liggande kalkstensbildningen (Birikalk) består af täta, mer eller mindre mörka, mestadels orena och dolomitiska kalkstenar vexlande med kalksandsten och kalkig skiffer. Öfverst är kalkstenen delvis breccieartad. Dess mäktighet kan i denna trakt uppgå ända till 120 m.[1]

Omedelbart ofvanpå kalkstenen ligger ett föga mäktigt lager af grof, grå sparagmit med små bollar af kvarts och granit. Sedan följa först vexlande lager af lerskiffer och kvartsit, den senare dels ljus dels blåkvartsartad, och derefter siluriska skiffrar.

Vid Li säter i Vismunddalen representeras Birikalkens nivå af grof, splintrig skiffer, dels gröngrå dels brunaktig, med underordnade kalkstensskikt. Denna skiffer öfverlagras af grå sparagmit, hvilken uppåt öfvergår i en ljus sparagmitsandsten med rätt betydlig utbredning och mäktighet. Närmast de i trakterna V. och S. härom flerstädes inom sparagmitfältet förekommande siluriska bildningarne aflöses den ljusa sandstenen åter af grå sparagmit och blåkvarts. Mot V. blifva dessa allt mäktigare och öfvergå genom vexellagring i Valders' siluriska skifferfält.

I höjden ofvanför Eriksrud, S. om Biri kyrka, är Birikalken med dess skiffrar mäktigt utbildad. Den äldsta af hithörande bildningar synes vara en vid stranden af Mjösen strax N. om Eriksrud förekommande alunskifferartad skiffer med inlagringar och körtlar af en mörk, sandig lersten. Ofvanpå den kommer en tät och hård, mestadels grå, stundom svagt rödaktig och ej sällan något sandig kalksten, som är vackert skiktad genom inlagrade grå (eller i den rödaktiga kalkstenen brunröda) lerskifferlameller, hvilka stundom svälla ut till små lager af sandig lersten. Högre upp blir lerskiffern mera öfvervägande och kalkstenslagren mera sandiga. Enligt blocken finnes äfven en kalkstensbreccia, bestående af långsträckta bitar af tät, grå kalksten inbäddade i en mörk, sandig grundmassa. Denna breccia har jag ej sett i fast klyft, men sannolikt tillhör den Birikalkens öfversta del.

[1] Jfr. BJÖRLYKKE, l. c.

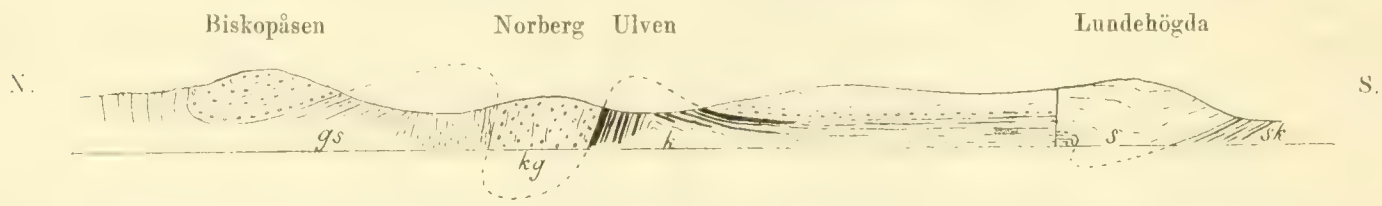
Birikalken öfverlagras i denna trakt af en mycket grof, grå sparagmit, som nederst kan vara kalkig och konglomeratisk. Uppåt aflöses den snart af en ljus, stundom kvartsitisk sparagmitsandsten. Tråglikt inklämda uti denna ligga primordial- och silurlagren vid Stokke elv och på ett par andra ställen. Den afdelning af grå sparagmit och blåkvarts, hvilken — såsom förut nämndt — längre vesterut finnes mellan den ljusa sandstenen och siluren, är här i Mjösentrakten föga, stundom alls icke, utbildad.

Birikalken uppträder med betydande mäktighet icke blott S. om Biri, utan äfven N. derom i Heggehaugen, som höjer sig 400 m. öfver Mjösens yta och är uppbyggd hufvudsakligen af Birikalk. Sådan finnes äfven på den motstående, östra, Mjösenstranden, dock med jemförelsevis liten mäktighet. Den är här synlig på en kortare sträcka ofvanför Ulven och åtföljes af skiffrar, dels alunskifferartade, dels lerskifferartade, gråa och bruna, med en ej obetydlig utbredning. Dessa bildningar öfverlagras äfven här af grof grå sparagmit med konglomerat. Tydligast kan denna öfverlagring iakttagas i en liten bäckskärning ofvanför Sveom, der sparagmiten ses hvila på en mörkgrå, temligen hård och grof samt närmevis horisontelt liggande lerskiffer. Kontakten är mycket skarp och visar ingen öfvergång mellan de båda bildningarna.

Något sydligare, mellan Risen och Veaodden, uppträder Birikalk och skiffer åter. I söder möter sedan först grå sparagmit och derefter ljus, kvartsig sparagmitsandsten. Denna gränsar sedan mot Tömtens primordiallager med Olenellus.[1]

Det på den undre sparagmitafdelningen, öfverst i hvilken Birikalken och dess skiffrar förekomma, liggande konglomeratet är särdeles mäktigt i de norr om Ulven belägna bergen Norberg och Biskopåsen. Bollarne äro här i regeln mycket väl rundade. De bestå till största delen af finkorniga till nästan täta kvartsiter, mestadels hvita eller ljusgrå, någon gång rödletta, undantagsvis äfven blåaktiga och mörka. Vidare förekomma ljusa graniter och gneiser, ljusa porfyrer, ljusa granulitiska bergarter, en egendomlig gröngrå diabas, gul kvartsitsandsten, gulaktig sandstensskiffer, kalksandsten, grå, något kristallinisk kalksten samt mörk skiffer och skifferbreccia, dessa trenne sist nämnda mycket liknande Birigruppens bergarter.

Fig. 10. Profil efter östra sidan af Mjösen från Biskopåsen mot S. Skala 1 : 50000.



gs grå sparagmit och skiffer; *kg* konglomerat; *k* skiffer och kalksten (Biri-); *s* grå sparagmit; *sk* skiffer.

Konglomeratet synes ej hvila konformt på sitt underlag, ty under det att detta i trakten kring Ulven utgöres af Biri-etagens kalksten och skiffrar, uppträder i Biskopåsen den undre sparagmitafdelningens gråa sparagmit med dess skifferinlagringar närmast under konglomeratet. Der synes hela Biri-etagen följaktligen saknas. Rörande förhållandena i denna trakt må för öfrigt hänvisas till ofvanstående profil.

[1] Jfr KJERULF, Udsigten, s. 100, samt Jordbundskart over en del af Mjösens Omegn.

Ett konglomerat motsvarande Biskopåsens finnes äfven på den motstående, vestra, sidan om Mjösen, der det uppträder både S. och N. om Heggehaugens kalksten, som här synes bilda en sadel motsvarande den vid Ulven. Vid stranden något S. om Roterud är kontakten blottad mellan konglomeratet och Biri-etagen. Bådadera stå här nästan lodrätt. Närmast S. om konglomeratet anstår kalksandsten, »af hvilken bergart, äfvensom af den närliggande kalkstenen och skiffern, det innehåller bollar, dock endast i det närmast kontakten befintliga lagret».[1]

I trakterna på ömse sidor om Mjösen vid Biri är sparagmitformationen således sammansatt af följande afdelningar:

Ljus sparagmitsandsten;
Grå sparagmit med konglomerat;

Birikalk och skiffer;
Grå sparagmit och skiffer.

Der den af blåkvarts och grå sparagmit med skiffer bestående afdelning, hvilken, såsom nämndt, i trakten W. om Mjösen plägar närmast öfverlagra den ljusa sparagmitsandstenen, är väl utbildad, begränsas den på sina ställen nedåt af konglomerat; på andra ställen åter är gränsen mot sparagmitsandstenen mindre skarp. Uppåt är blåkvartsen, såsom ofvan är anfördt, på det närmaste förbunden med den understa delen af Valders' skifferfält, i hvilken Reusch funnit primordialförsteningar.[2] Valders' blåkvarts kan således temligen väl afgränsas nedåt mot sparagmitformationen, men ej uppåt mot primordial. Den är tvärtom så nära förbunden med denna senare, att den sjelf måste anses i hufvudsak tillhöra primordialtiden. Der nemligen skiffer med Olenellus förekommer, såsom N. om Ringsaker vid Mjösen och i Kletten i Österdalen, saknas blåkvartsens afdelning; der åter denna är mäktig, har skiffern med Olenellus ej blifvit funnen. De äldsta försteningar, som träffats ofvanpå blåkvartsen eller i skiffer mellan dennes öfversta bankar, äro Agnostus- och Paradoxidesarter (Tunsåsen, Valders). Häraf synes sannolikt, att hufvudmassan af blåkvartsen bör förläggas till den nedre delen af primordialzonen.[3] Äfven Kjerulf ansåg blåkvartsen vara primordial, och i öfverensstämmelse dermed skiljer han den från sitt »sparagmitfjeld» och uppför den såsom en särskild afdelning, hvilken han kallar »blåkvartsetagen». Mot detta namn kunna visserligen anmärkningar göras, men detsamma kan sägas om de flesta namn, och då det nu vunnit en viss häfd, må det här bibehållas. Med blåkvarts-etagen förstås således här kambrisk blåkvarts med åtföljande skiffer, sparagmit och konglomerat.

Den fullständiga lagerföljden inom den sydvestra delen af sparagmitområdet skulle således blifva:

---

[1] A. E. T. Några geognostiska iakttagelser i trakten af Mjösen, s. 11.
[2] Geol. optegn. fra Valders.
[3] Med denna blåkvarts må dock ej förvexlas andra blåkvartsbildningar, som kunna förekomma på både lägre och högre nivåer.

Silurisk skiffer;	
Blåkvarts-etagen (Kambrisk)	*Blåkvarts med skiffer;* *Grå sparagmit med skiffer och konglomerat;*
Öfre sparagmit-afdeln.	*Ljus och rödaktig sparagmitsandsten;* *Grå sparagmit med konglomerat;*
Undre sparagmit-afdeln.	*Kalksten och skiffer (Biri-etagen);* *Konglomerat;* *Grå sparagmit och skiffer;*
Urberg.	

Trakten kring Glommen på båda sidor om Renas inflöde. I trakten kring Åmot i Glommendalen uppträda bergartsgrupper analoga med dem kring Biri, men lagren äro här starkt veckade med i det hela brant stupning mot N. och NV., och i följd häraf är lagerföljden mindre tydlig. I flerfaldig vexling med hvarandra förekomma å ena sidan grof grå sparagmit med konglomerat och å den andra skiffrar med kalkstenar. Skiffrarne kunna vara rödbruna, gråa eller svarta, och de åtföljande kalkstenarnes färg vexlar med skiffrarnes. Så t. ex. förekommer vid Skramstad, V. om Åmot, en brunröd skiffer med tunna inlagringar af rödlett kalksten, stundom liggande så tätt, att de kvantitativt öfverväga skiffern. Något sydvestligare, vid Engåen, finnes en svart skiffer med lager af svart, nästan orstenslik kalksten. När kalkstenen bildar något större lager, såsom vid Glomstad och Hol säter, är den i regeln grå, tät och temligen hård.

I den första jernvägsskärningen S. om Rena station är kontakten mellan skiffer och konglomerat blottad. Skärningens norra del går nemligen genom nästan lodräta lager af mörk, stundom brunaktig skiffer, dess södra deremot genom gröngrå, grof sparagmit med spridda bollar af från valnöts till hufvuds storlek. Bollarna bestå af ljus granit, gneis, ljus tät kvartsit, diverse finkristalliniska bergarter samt grå, tät kalksten. Bergarten påminner om den, som S. om Biri närmast öfverlagrar Biri-etagen, och man kan anse gifvet, — såsom ock KJERULF gjorde [1] — att Åmot-traktens skiffrar och kalkstenar motsvara Biri-etagens vid Mjösen, och dess konglomerat Biskopåsens.

Kring nedre delen af Hovda, N. om Åmot, är temligen mörk sparagmit med lager af skiffer rådande. Dessa bergarter torde otvifvelaktigt kunna paralleliseras med de likartade i Lillehammertrakten och tillhöra således den undre sparagmitafdelningen. Stupningen är i det hela nordvestlig. Mot V. blifva skifferlagren talrikare och mäktigare intill dess på nära tre kilometers afstånd från Glommen plötsligt ett groft konglomerat möter, liknande Biskopåsens. Detta konglomerat har en ej obetydlig utbredning i trakten. Det fortsätter omkr. 1 km. upp efter Hovda och finnes, enligt KJERULFS profiler, både i Enguls fjeld i S. och i Hovden i N. Det är synligt äfven nere i Glommendalen vid Sætre på elfvens vestra sida och något N. om Smörvigen på dess östra. På sist nämnda ställe bestå de från nöts till hufvuds storlek vexlande bollarne till största delen af finkorniga kvartsiter, hvita, smutsgula, gråa och rödletta, men äfven bruna porfyrer i flera

[1] Udsigten, s. 140.

varieteter äro talrikt representerade. I mindre antal förekomma bollar af småkorniga graniter, mest rödletta, men äfven grå, samt vidare af grå kalksten och kalksandsten. Bergarterna i konglomeratets bollar äro således i hufvudsak desamma här som i Biskopåsen; särskildt äro bollarna af grå kalksten och kalksandsten anmärkningsvärda, emedan de svårligen kunna antagas härstamma från någon annan kalkstensnivå än Birikalkens.

I trakten kring Åmot återfinnas således samma lagergrupper som i Biritrakten, nemligen: grå sparagmit med skiffer; skiffer med kalksten (Biri-etagen), samt groft konglomerat och grof sparagmit, och om än åldersförhållandet mellan dessa grupper ej kan på grund af veckningen direkt afläsas ur lagerföljden, så talar dock sannolikheten starkt för, att det är detsamma som vid Biri, och att konglomeratet således är yngst, något som äfven bestyrkes af dess kalkstensbollar. Men är det yngst, så måste ganska skarpa veckningar här förefinnas, ty ofvanför konglomeratet vid Hovda följer åter grå sparagmit med skiffer lik den underliggande, under det att stupningen fortfarande är nordvestlig.

Omkring 12 km. SV. om Åmot ligger en vigtig lokal, Kletten, som redan blifvit beskrifven af både KJERULF och BRÖGGER. Lokalen är vigtig derför, att den visar lagerföljden genom nästan hela sparagmitformationen ända upp i undersilur. BRÖGGER anför, efter KJERULF, lagerföljden sålunda: [1]

Ortocerkalk.

Grön och röd skiffer (m. olenellus)	30 m.
Hvit kvartssandsten	120 »
Röd sandsten	130 »
Grön och grå lersten	180 »
Sparagmit	

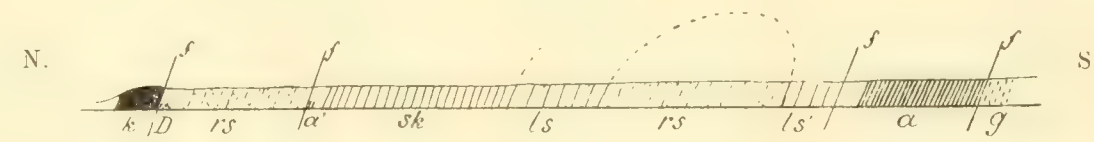
Enligt KJERULF [2] skall vidare konglomerat och kalksten förekomma i bottnen af Klettens profil, liggande jemte sparagmiten diskordant under de öfriga lagren. Jag anser det ingalunda osannolikt, att en diskordans finnes mellan Klettens undre och öfre delar, men jag tror knappast, att en sådan kan direkt afläsas i Klettens delvis starkt böjda lager. Så vidt jag kunnat finna, är nemligen i Klettens hela norra del lagerstupningen nordlig, ej sydlig, såsom KJERULFS profil angifver. [3] Följaktligen äro lagren här inverterade, och således blir deras ställning ej så afvikande från lagrens vid Åsta, som KJERULF på sin profil framställt det. På grund af dels direkta observationer och dels analogier med omgifningarna skulle jag vilja anse den sannolika lagerföljden i Kletten vara:

[1] G. F. f. B. 2, s. 572.
[2] Udsigten, ss. 103 o. 119.
[3] Samma anmärkning mot KJERULFS profil har äfven blifvit framställd af SCHIÖTZ, Sparag.-kv.-fjeldet langs Grænsen i Hamar Stift og i Herjedalen, sid. 73.

	Ortocerkalk; Mörkt smutsgrön skiffer (med Olenellus);
Öfre sparagmit-afdeln.	Mörkgrön och röd skiffer; Sandstensskiffer, dels mörk, dels gröngul; Ljus, ofta nästan hvit kvartssandsten med inlagringar af röd skiffer; Tegelröd sparagmitsandsten; Grof sparagmit och konglomerat;
Undre sparagmit-afdeln.	Grön och grå lersten med kalksten (Biri-etagen); Grå sparagmit och skiffer.

I denna lagerföljd består den öfre sparagmitafdelningen af petrografiskt mera vexlande lager än i det stora hela plägar vara fallet, och den kan derför ej sägas vara representativ för annat än i fråga varande trakt. Samma lager som i Kletten återfinnas i en i östra elfstranden Ö. om Åsta blottad profil, hvilken äfven är intressant derför, att den visar hurusom, i följd af en stor O—V:lig förkastning, silurlager kommit i kontakt med

Fig. 11. Profil utefter östra Glommenstranden Ö. om Åsta. Profilens längd omkr. 1 km.



g gneis; *k* Birikalk (Glomstakalk, Kj.); *rs* röd sandsten; *ls* ljus sandsten; *sk* brun och grön skiffer; *a* alunskiffer och undersilurisk kalksten; *a'* spår af alunskiffer; *D* diabas; *f* förkastning.

urberget. Förkastningar äro för öfrigt säkerligen ganska allmänna både i denna och i andra delar af sparagmitfältet, men mestadels döljas de af jordtäckningen, och endast någon gång kan en eller annan af de större bestämdt påvisas. Deras närvaro kan emellertid, såsom sjelfklart är, lätt förorsaka misstag vid bestämmandet af lagerföljdens detaljer.

Det grå sparagmitfältet N. om Åmot (undre sparagmitafdelningen) får sin egentliga afslutning mot N. först vid Imsas inflöde i Glommen. Det S. härom belägna fjället Rognvola består af temligen mörk grå sparagmit stupande svagt mot norr. Bergarten blir mot hängandet gröfre, och på fjällets norra sluttning ligger ett kvartskonglomerat. Nere i Imsdalen förekommer en lerskiffer, som af Kjerulf blifvit särskildt omnämnd med anledning af den förskiffring den visar.[1] N. om Imsdalen följer med svagare nordlig stupning en blåaktig, kvartsitisk sparagmit, som mot N. småningom öfvergår till ljus, vackert skiktad högfjällskvartsit. Vid Stai innehåller den ett lager af kalksandsten, temligen mäktigt på elfvens vestra sida, mindre så på dess östra.

Lerskiffern vid Imsa kan mot V. följas upp på fjället. Der förlorar den sig under jordtäckningen, men efter all sannolikhet är den densamma, som rätt vester härom är synlig i Gudbrandsdalen vid Tromsa, och i så fall intager den en något lägre nivå än Biri-etagen. (Jfr fig. 6.) Denna saknas då i lagerföljden vid Imsa, enär kvartsiten

[1] Udsigten, s. 134.

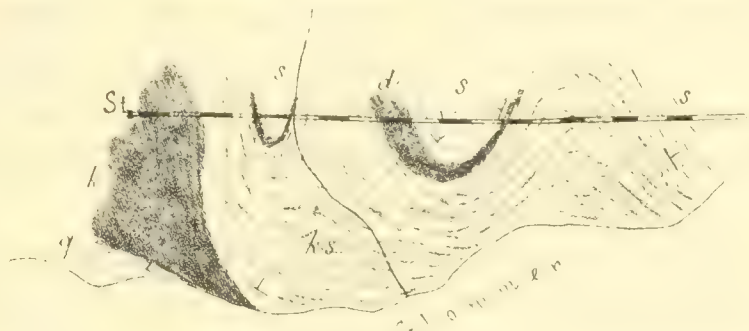
vid Stai måste antagas tillhöra den öfre sparagmitafdelningen af skäl, som längre fram skola anföras.

Trakten kring Koppang. Förhållandena kring Koppang i Österdalen äro i hög grad invecklade, i det att här finnes ett parti med helt och hållet abnorma lagringsförhållanden gent emot dess omgifning. Härtill skola vi längre fram återkomma; på detta ställe må blott omnämnas lagren närmast Koppang, hvilka efter all anledning sinsemellan bibehållit sina normala lägen.

Från det NV. om Koppang belägna Ulberget stryker mot N. en zon af ögongneis åtföljd af några andra kristalliniska bergarter. Vid Råkåen, N. om Koppang, är ögongeisens öfre gräns blottad. Närmast på gneisen ligger här först en ljus sparagmitskiffer eller kvartsitskiffer, föga mäktig, och sedan en mörk, skifvig kalksten. Med stupning från denna följer något högre uppefter ån röd mer eller mindre skiffrig sparagmit.

Närmare Koppang äro äfven samma lager blottade och mera fullständigt utbildade. Vester om Koppang station anstår nere vid elfven en rödlett, ofta kalkig kvartsit. På

Fig. 12. Kartskiss öfver trakten S. om Koppang station.



q kvartsit; *k* kalksten (Biri); *ks* Koppangskiffer; *d* hvit dolomit; *s* kvartsitsandsten; *St* Koppang station.
(Jernvägens riktning är ungefärligen N—S.).

den följer en ljus, stundom skiffrig, temligen fin kalksandsten, hvilken uppåt blir gråaktig och öfvergår i grå kalksten. Denna blir i sin ordning uppåt allt mörkare och till sist tydligt grafithaltig med grått streck. Kalkstenen öfverlagras af en grof, glimmerskifferartad, ofta något kalkig bergart, hvilken vi här för korthetens skull vilja kalla »Koppangskiffer». I sin undre del innehåller denna skiffer spridda (ej tätt sammanhopade) bollar af flera olika bergarter. Vanligast äro sådana af granit, och de största bollarna, som kunna nå öfver 0,5 m. i längd, äro nästan alla af denna bergart. Graniter af flera olika arter förekomma. Vanligast är en temligen grof, ofta något flasrig protogengranit. Näst granitbollar äro sådana af hvit till gulhvit, tät dolomit allmänna. Mindre vanliga äro bollar af ljus, finkornig kvartsit, gråaktig, finkristallinisk kalksten samt af porfyr.

I sin öfre del blir Koppangskiffern mera glimrig och bucklig. Den öfverlagras af en ljus, något mörkstrimmig kvartsitisk bergart, som ofta visar diskordant skiktning och i det hela rätt mycket liknar högfjällskvartsit. På gränsen mellan den och Koppangskiffern finnas ett par körtlar af ljus, hård och tät dolomit. Kvartsitens hängande är ej blottadt, men något högre upp är en rödlett sparagmitsandsten synlig. På dess skiktytor hafva böljslag observerats. Lagerföljden i denna trakt är således:

Rödlett sparagmitsandsten;
Högfjällskvartsit;
(Körtlar af hvit dolomit)
Koppangskiffer med bollar;

Mörk kalksten med skiffer (Biri-etagen);
Ljus kvartsit och kalksandsten;

Ögongneis.

Kalkstenen kan med säkerhet antagas motsvara Birikalken, och då följer, att Koppangskiffern med dess bollar utgör den öfre sparagmitafdelningens bottenbildning i denna trakt. Inom sparagmitfältets inre delar finnas flerstädes liknande bildningar på samma nivå, och de motsvara tydligen den grå sparagmit med konglomerat, hvilken — såsom vi i det föregående sett — närmare sparagmitfältets sydrand utgör den lägsta länken i den öfre sparagmitafdelningens lagerföljd.

Trakten mellan Rendalen och Klarelfdalen. Denna trakt utgör på visst sätt ett fält för sig inom sparagmitområdet. Såsom redan KJERULF påvisat [1] framgå förkastningar efter så väl Rendalen som Klarelfdalen, öster om hvilka relativa höjningar egt rum, i följd hvaraf den under de klastiska bergarterna liggande granitfoten kommit i dagen. Derigenom får den i fråga varande mellanliggande trakten en mycket naturlig afgränsning både mot öster och vester. Dess gränslinie mot norr vilja vi här draga efter Misteråens nedre lopp och vidare mot öster till Klarelfven.

Denna sålunda afgränsade trakt erbjuder större petrografiska vexlingar än kanske någon annan del af sparagmitområdet. Den har ock blifvit särskildt uppmärksammad af de norske geologerna, i främsta rummet af SCHIÖTZ, men äfven af MEINICH och andra. [2] Invecklade geologiska förhållanden och en jordtäckning, som öfver stora sträckor envist döljer berggrunden, hafva dock orsakat, att dennes byggnad ej kan sägas hafva hittills blifvit nöjaktigt utredd. Så vidt jag kunnat finna är emellertid äfven här byggnadsplanen i det stora hela densamma som i de förut beskrifna vestligare trakterna, om än detaljerna delvis äro något olika.

Följer man den i Rendalen vid Storsjöns södra ända från öster nedrinnande Glösu å uppåt, träffar man — sedan den närmast sjön befintliga graniten öfverskridits — först en dels mörkgrå, dels mörkbrun, flisig skiffer. Dess lagring är otydlig och mäktigheten kan derför ej närmare bestämmas, men i alla händelser måste den vara temligen betydlig, ty skiffern fortsätter upp efter ån till omkr. 200 m. höjd öfver det ställe, der den först visade sig. Ofvanför möter snart grå sparagmit, som sedan är rådande uppe på platån. Går man öfver denna mot Ö. och ned i Slemmas dal, träffar man der åter skiffer, mestadels röd, under den grå sparagmiten.

Skiffern sträcker sig äfven in under foten af det N. om Slemmas öfversta lopp belägna fjället Byringen, der den likaledes öfverlagras af grå sparagmit, hvilken dock uppåt snart öfvergår i en ljus sparagmitsandsten, som bildar fjällets öfre del.

---

[1] Udsigten, s. 98.
[2] Se litteraturförteckningen.

I denna trakt är lagerordningen således:

Ljus sparagmitsandsten;
Grå sparagmit;

Grof, splintrig skiffer;

Granit.

Skiffern förekommer dock icke regelbundet mellan urberget och den grå sparagmiten. Ofvanför Sjöli vid Storsjön ligger t. ex. omedelbart på urberget en blåaktig kvartsit med ett grusigt bottenlager. Högre upp träffas grå sparagmit, och sådan bildar äfven öfversta delen af den SV. om Sjöli säter belägna höjden, men i dennas östra sluttning anstår röd skiffer. Något nordligare, vid sätervägen, finnes en fin, gulgrå sparagmitsandsten späckad med flagor af röd skiffer.

Sydligare, vid Diset, ligger (enl. SCHIÖTZ) [1] närmast på underlaget (granit och gneis) konglomerat i sväfvande lager och deröfver grå sparagmit. Här, liksom vid Sjöli, felas således skiffern, under det att den är mäktigt utbildad på ett mellanliggande ställe, det nämnda i Glösuåns dal. Äfven något S. om Glösu å, vid Lösset, finnes röd lerskiffer under grå sparagmit och groft konglomerat. Skiffern är åtföljd af blåkvarts och grå kvartsit. En sådan kvartsit ligger här närmast på graniten.

Detta skifferns sporadiska uppträdande under sparagmiten, äfvensom skifferflagornas förekomst i denna, visar, att skiffern tillhör en äldre bildning, som blifvit delvis denuderad innan sparagmiten afsattes.

Vi förflytta oss nu mot öster till Klarelfdalen.

Öfversta delen af det N. om Trysilfjeld belägna Varliberg består af ett grått konglomerat. Bollarne i detsamma äro mest af nöts till valnöts storlek, stundom af äggs och derutöfver, samt bestå hufvudsakligen af kvarts, dock förekomma äfven sådana af ljus kvartsit och sparagmitsandsten. Under konglomeratet, som är föga mäktigt, ligger en ljus, gulaktig, stundom rödaktig sparagmitsandsten, hvilken bildar bergets hufvudmassa. Samma bergart återfinnes äfven i öfre delen af den N. om Varliberg belägna Högåsen. Den hvilar här på grå sparagmit, som är synlig i åsens norra, branta sluttning. Nedanför, vid åsens fot och kring Eltåen, anstår kalksten, den s. k. Eltåkalken, hvilken på grund af så väl sitt utseende som sitt läge utan tvifvel bör paralleliseras med Birikalken. [2] Ganska mäktigt utbildad är denna kalksten i den på Eltåens norra sida, N. om Flatsæter, [3] belägna höjden. Dennas öfversta del består af grof, grå sparagmit med konglomerat, men hela sluttningen ned mot Klarelfven utgöres af kalksten och skiffer med en mäktighet, som ej torde kunna anslås till mindre än 300 m. (Se profilen fig. 13.) Den nedersta, närmast på kalkstenen liggande delen af sparagmiten är en art kalkig breccia bestående af bitar af kalksten, kvarts och kristalliniska bergarter i en grof kalksandsten såsom grundmassa. Liknande bildningar hafva observerats äfven på andra ställen i trakten,

[1] Spar.-kv.-fj:det, s. 159.
[2] Så gjorde ock KJERULF. Udsigten, s. 129.
[3] Amtskartans »Jordet».

närmast öfverlagrande kalkstenen, såsom i södra foten af det lilla berget Hatten S. om Eltåen, samt äfven något vestligare i Eltådalen.

Äfven i denna trakt finna vi således en stor bildning af ljus sparagmitsandsten med bottenlager af grå sparagmit och konglomerat hvilande på kalksten och skiffer af Biri-etagens typ. De kalkstensbitar, hvilka — såsom nämndt — flerstädes finnas i den grå sparagmitens understa lager, antyda, att äfven här någon denudation af de äldre lagren föregått dessas afsättning. Denna denudation synes t. o. m. hafva varit ganska betydlig, ty på annat sätt torde knappt det ofta återkommande förhållande kunna förklaras, nemligen att de bildningar, som äro yngre än kalkstenen, d. v. s. de, som tillhöra den öfre sparagmitafdelningen, hafva på olika men ofta ganska närbelägna ställen mycket olika underlag. Några exempel härpå må anföras.

Vid en liten bäck, som strax S. om Högås säter (något S. om Eltåen) rinner mot Ö. ned i Klarelfven, finnes på omkr. 200 m. höjd öfver elfven en stor klippa af grå, oskiktad kalksten, under hvilken bäcken försvinner. Något högre upp, omkr. 230 m. öfver elfven, anstår grå sparagmit. Nedanför nämnda kalkklippa är ingen häll synlig, men blocken angifva hela vägen ända ned till slamlandet vid elfven, att berggrunden med stor sannolikhet är kalksten.

Fig. 13. Profil öfver höjden N. om Flatsæter.

s grå sparagmit med konglomerat; *b* kalkig breccia; *k* kalksten; *ks* tunnskifvig, sandig kalksten; *k'* ljusgrå, ej tydligt skiktad kalksten, smutsgul på vittrad yta; *ks'* tunnskiktad, ljusgrå kalksten; *a* svart skiffer, delvis alunskifferlik; *sp* grå sparagmit.

Ungefär 1 km. S. om den nämnda bäcken och parallelt med den rinner en annan liten bäck. Vid omkr. 220 m. höjd öfver Klarelfven anstår här grof grå sparagmit. Något nedanför, på omkr. 210 m., möter vacker blåkvarts, under hvilken sedan följa ljus, fin kvartsit och sparagmit, tills vid omkr. 100 m. höjd öfver elfven granit uppträder. Då den gråa sparagmit, som vid båda bäckarne finnes på något öfver 200 m. höjd öfver elfven, och ofvanför hvilken den ljusa sparagmitsandstenen på båda ställena är synlig 60 à 100 m. högre upp, kan anses tillhöra den öfre sparagmitafdelningens nedersta del, hvilar således denna afdelning i dessa båda hvarandra så närliggande profiler på helt och hållet olika underlag.

I den mellan Varliberg och Trysilfjeld belägna Hundsilbäckens djupa skärning finnes under fjällens ljusa sparagmitsandsten grått kvartskonglomerat och grå sparagmit med skifferlager, samt derunder åter gröngrå grof skiffer vexlande med små lager af tät, gröngrå kvartsit. Nederst, närmast den underliggande graniten, blir kvartsiten gröfre och öfvergår till gröngrå sparagmit, delvis konglomeratartad.

Nedanför den något sydligare, N. om det egentliga Trysilfjeld belägna Fagerås säter anstår granit; vid sjelfva sätern deremot grof skiffer och i den ofvanför sätern belägna höjden grå sparagmit och ljus kvartsitsandsten. Söder om Trysilfjeld, vid Kubæk

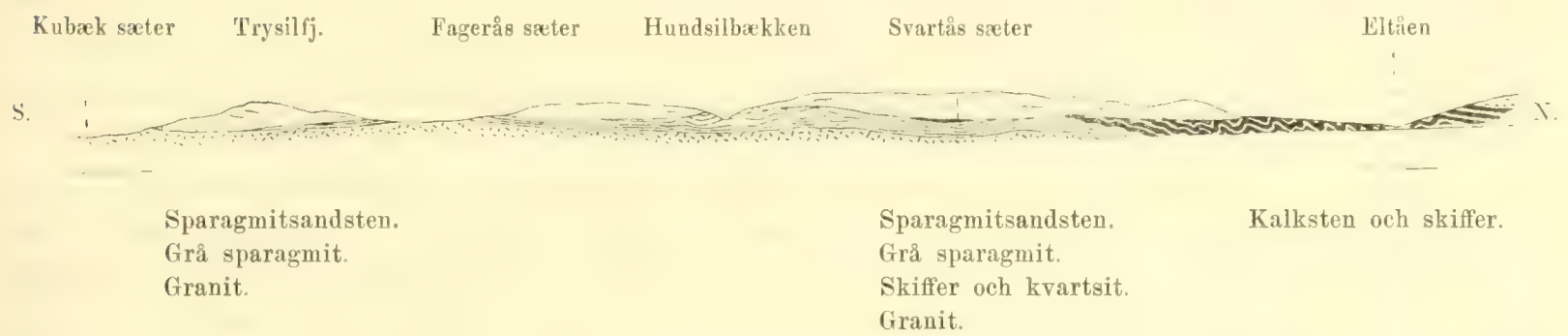
säter, finnes deremot mellan fjällets ljusa sandsten och graniten, som uppsticker något ofvanför sätern, endast en föga mäktig bildning af grå sparagmit. Skiffern synes här helt och hållet saknas.

Sammanfatta vi det nu om trakten kring Trysilfjeld anförda, så framgår, att på den ojemna granitgrunden[1] ligger först en serie, i hvilken grå sparagmit, blåkvarts, tät kvartsit och skiffer samt — antagligen öfverst — kalksten och skiffer ingå. Denna serie har delvis blifvit denuderad, och mera så mot S. än mot N., innan den följande serien afsattes. Denna sist nämnda består nederst af grå sparagmit och konglomerat med på sina ställen inlagringar af mörk skiffer, samt deröfver en mäktig ljus sparagmitsandsten. I sin ordning öfverlagras denna af grått konglomerat, och innan detta bildades hade den möjligen likaledes undergått någon denudation, ty en del af bollarne i konglomeratet på Varliberg hafva en påfallande likhet med den underliggande sandstenen. Detta gråa konglomerat torde derför med stor sannolikhet böra hänföras till »blåkvarts-etagen».

Skematiskt skulle förhållandena vid och N. om Trysilfjeld kunna framställas sålunda:

	Grått konglomerat (Blåkvarts-etagen);
Öfre sparagmit-afdelningen	Ljus sparagmitsandsten; Grå sparagmit med konglomerat och skiffer;
Undre sparagmit-afdelningen	Kalksten och skiffer (Biri-etagen); Skiffer och kvartsit samt blåkvarts och sparagmit;
	Granit.

Fig. 14. Profil från Trysilfjeld mot N. till Eltåen, (skematiserad). Skala 1 : 100000.



I det stora hela äro således förhållandena i trakten kring Trysilfjeld analoga med de förut omtalade vid Rendalen, ehuru något mer komplicerade.

Vester om Engerdalens förening med Klarelfdalen går den ljusa sparagmitsandstenen ända ned till dalbottnen, men något längre upp i dalen uppsticka åter ett par små partier af de äldre bildningarne. Vid den S. om Kokmoen från S. kommande Skjerbækken anstår nederst en dels gröngrå, dels brunaktig, flisig skiffer, som uppåt genom vexellagring öfvergår i gröngrå, tät, väl skiktad kvartsit. Högre upp, på omkring 300 m. höjd öfver elfven och skiljd från kvartsiten genom en temligen lång jordtäckt sträcka, anstår

[1] Söder om Trysilfjeld stiger graniten till omkr. 400 m. öfver Klarelfven, men sänker sig derifrån mot N., så att den redan S. om Eltåens utlopp ej når upp till elfvens yta.

grof, grå sparagmit. Block af denna bergart finnas ock i mängd på det vidliggande Römundfjeldets norra sluttning. Fjället sjelft består af en röd, mot öster dock allt ljusare, sparagmitsandsten, i hvars öfre del finnes en inlagring af kalksandsten. Vester nedanför Römundfjeld träffas smutsröd sparagmit med konglomerat, som har allt utseende af att vara en bottenbildning. Den ligger något lägre än den nämnda, äfven i denna sida af fjället framstickande, grå sparagmiten och måste då antagas hafva sin plats mellan denna och kvartsiten. Här hafva vi således åter tvenne afdelningar, en undre bestående af skiffer och kvartsit, samt en öfre bestående hufvudsakligen af rödlett sparagmitsandsten men med bottenbildningar af dels grå, dels smutsröd sparagmit med konglomerat.[1]

Strax Ö. om Römundfjeld är gränsen mellan samma båda afdelningar blottad, men bådaderas petrografiska beskaffenhet är der något olika mot V. om fjället. Mellan Römundfjeld och det i Ö. belägna Högfjeld (amtskartans Bratfjeld) framrinner en liten bäck, Syltbäcken. Vester vid dennes nedre lopp anstår en dels ljusgrå dels mörkgrå kalksten,[2] åtföljd af något grof skiffer. Kalkstenen är starkt veckad. På densamma följer i Högfjeldets nordvestra fot först ett obetydligt lager af en fin, rödlett sandsten och så en grof, mestadels gråaktig, stundom brunaktig skiffer, som nederst innehåller en mängd bitar af granit, kvartsit och kalksten. Denna skiffer, som påminner om Koppangskiffern, är icke nämnvärdt veckad. Uppåt öfvergår den i en fin grå sparagmit, hvilken sedan i sin ordning öfvergår i en ljus, gråaktig till gulaktig sparagmitsandsten med mörkare och finkornigare smålager. Uppåt försvinna dessa, och ljus, stundom rödaktig, sparagmitsandsten blir rådande. I denna förekommer SO. om Högfjeldet ett lager af kalksandsten.

Förhållandena vid Högfjeldet äro påtagligen analoga med dem, som förut omtalats från trakten kring Eltåen. På båda ställena följer ofvanpå en kalksten en konglomerat- eller breccieartad bildning med kalkstensbitar och sedan grå sparagmit, som uppåt öfvergår i dessa trakters stora sparagmitsandstensbildning. Kalkstenen vid Syltbäcken motsvarar således den vid Eltåen (= Birikalk), och den konglomeratiska skiffer, som ligger nederst i Högfjeldets lagerföljd, är följaktligen den öfre sparagmitafdelningens bottenlager. Häraf följer emellertid, att V. om Syltbäckens kalksten måste i N.—S:lig riktning en förkastning framgå, V. om hvilken en sänkning inträdt. Ty så väl Römundfjeldets som Högfjeldets sandsten tillhör traktens stora sparagmitsandstensformation — dennes karakteristiska kalkstensnivå uppträder ock i bådadera — men mellan Römundfjeldets sandsten och kalkstenen vid Syltbäcken finnes ej någon motsvarighet till den grå sparagmiten i foten af Högfjeldet; denna motsvarighet träffas först längre mot V. i den grå sparagmit, som vid Skjerbækken underlagrar Römundfjeldets sandsten. Denna senare tyckes ej en gång öfverlagra kalkstenen (dolomiten) vid Syltbäcken, utan förr stupa in mot den. Af sammanhörigheten mellan Högfjeldets och Römundfjeldets sandstenar följer vidare, att de bottenbildningar af grå sparagmit och konglomerat, som finnas under bådadera, motsvara hvarandra, ehuru de äro något olika i petrografiskt hänseende, och att således skiffern och kvartsiten vid Skjerbækken måste tillhöra den undre sparagmitafdelningen.

[1] Om den NV. under Römundfjeldet förekommande siluriska kalkstenen, hvilken är helt och hållet främmande för sparagmitformationens lagerföljd, skall längre fram blifva tal.

[2] Eller rättare dolomit enligt en af TORNÖE utförd analys, meddelad af SCHIÖTZ. Sp.-kv.-fj. langs Grænsen, s. 95.

Römundfjeldets röda sandsten blir mot S. och SV. gröfre och på samma gång fältspatrikare, sålunda öfvergående i röd sparagmit. Denna är rådande i de låga fjällen S. och V. om Römundfjeld och innesluter ofta lager af konglomerat. Ett ganska groft sådant utgör bildningens bottenlager kring öfre delen af Eltåen, der det med efter allt utseende temligen ojemn kontaktyta hvilar på en röd skiffer, en fortsättning af den, som förut omtalats såsom förekommande vestligare kring Slemma. Bollarna i konglomeratet bestå mestadels af tegelröd, mycket finkornig kvartsit, men äfven af ljus sådan och af kvarts. Urklyften till dessa kvartsitbollar är ej känd. Jag skulle vilja framkasta den förmodan, att den utgjorts af mindre inlagringar, som funnits i skifferns numera bortdenuderade öfre del.

I vester sträcker sig den grofva sparagmitbildningen till Osdalen. Den Ö. invid denna belägna Björbækåsen består öfverst af grof, ljus sparagmit, men under den ligger i dalsluttningen fin grå sparagmit och kvartsit, samt i dalens botten röd skiffer. Här hafva vi således åter en gränspunkt mellan de båda sparagmitafdelningarna. Nere i Osdalen ligga många block af groft konglomerat, deribland flera kalkiga med stora bollar af rödlett, tät dolomit. Efter all sannolikhet härröra dessa block från den ljusa sparagmitens (den öfre sparagmitafdelningens) bottenlager i denna trakt.[1]

Bergarterna i fjällen V. om Osdalen äro i påfallande grad olika dem Ö. om samma dal. I stället för den der herrskande grofva, ljusa sparagmiten med tillhörande konglomerat, träffas i fjällen V. om dalen fina sparagmiter och täta, stundom nästan flintlika kvartsiter, ljusa, grå, stundom blåaktiga. Dessa öfverlagras i fjället Nubben, beläget Ö. vid södra ändan af Södra Rensjön, af en grå, skiffrig sparagmit med bollar af täta kvartsiter samt granit. Stupningen är här flackt vestlig, och i fjällen V. om Rensjön möter sedan ljus sparagmitsandsten af den vanliga typen, dels gulhvit, dels rödlett, och på sina ställen innehållande körtlar af ljus, tät dolomit. Jag vill tolka dessa förhållanden så, att bergarterna i fjällen V. om Osdalen tillhöra den äldre sparagmitafdelningen, hvilken i Nubben öfverlagras af den öfre afdelningens konglomeratiska bottenbildningar, på hvilka sedan i de vestligare belägna fjällen ljus sparagmitsandsten såsom vanligt följer.

Vi vända oss nu till fältets nordligaste del.

Går man från Rendalen upp efter Mistra är den första häll man träffar en af skiffrig, starkt pressad sparagmitsandsten. Den tillhör en öfverskjuten skolla, med hvilken vi ej här vilja befatta oss. Något högre upp anstår en medelgrof, rödaktig granit med temligen förstördt utseende. Den bildar liksom en stor uppstickande klippa, på hvars ojemna yta grå sparagmit ligger på södra sidan om ån, men deremot en ljusare, närmast på graniten smutsröd och konglomeratisk sparagmit på den norra. Mot Ö. sjunker graniten snart ned under ådalens botten, kring hvilken nu en grå sparagmit är anstående. Denna fortsätter till något ofvanför Fugåens inflöde i Mistra, hvarefter rödbrun skiffer möter stupande brant in under sparagmiten. Skiffern innehåller underordnade lager af ljus,

[1] I fjälltrakterna måste man ofta söka sluta sig till berggrundens beskaffenhet på grund af de lösa blocken, ty berggrunden sjelf är mestadels jordtäckt. Hade man tid och tillfälle att noga genomleta hela trakten för att uppsöka alla ställen, der berggrunden framsticker, så skulle säkert mycket kunna med bestämdhet afgöras, om hvilket man nu ej kan yttra sig annat än med en viss osäkerhet, men en sådan noggrann genomletning är ej möjlig vid en öfversigtsrekognoscering.

skifvig kalksten samt af ljus kvartsit. På ett ställe, S. om Mistra och något Ö. om Norra Renåens inflöde, har jag sett den grå sparagmiten hvila på skiffern med ojemn kontakt.

Mot Ö. förändrar skiffern färg. Från att vara brunröd blir den först grå- och rödflammig och sedan rent grå; tydligen är den röda färgen här, liksom på andra ställen, blott ett oxidationsfenomen. Skiffern fortsätter mot Ö. till något Ö. om Gröndals säter, hvarefter möter grof, ljus sparagmit lik den sydligare i Björbækåsen förekommande. Närmast denna är skiffern åter röd. Häraf synes sannolikt, att skifferns färgförändring egt rum redan innan sparagmiten afsattes. Sparagmiten innehåller lager af konglomerat, i hvilka bollarne bestå af röd, hvit, grå och mörkt gråblå kvartsitsandsten, kalksandsten, kvarts, porfyr, ljus temligen fin gneis, röd skiffer samt en gulgrå, sparagmitisk bergart, som förekommer såsom inlagringar i traktens röda skiffer.

I Gravåsen och andra höjder N. om skifferfältet anstår likaledes ljus sparagmit med konglomerat, här dock mera rödlett, i de undre lagren smutsröd. Den gråa sparagmiten vid Mistra och den nordligare och östligare förekommande rödletta och ljusa sparagmiten hvila således båda omedelbart på skifferformationen. Då uppstår frågan huru dessa olika sparagmitvarieteter förhålla sig till hvarandra. Härom lemna traktens block någon upplysning, ty i dem finner man alla öfvergångsformer mellan grå, ljus och rödlett sparagmit. Alla synes de tillhöra en enda bildning, som på olika ställen blifvit något olika färgad.

Af de nu anförda exemplen från olika delar af trakten mellan Rendalen och Klarelfdalen framgår, att äfven der, liksom i de förut omtalade vestligare trakterna, tvenne afdelningar inom sparagmitformationen kunna med bestämdhet särskiljas. Den undre afdelningen är inom förevarande trakt öfvervägande bildad af jemförelsevis fint klastiskt material. Den består nemligen, såsom vi hafva sett, mestadels af skiffrar, finkorniga till täta kvartsiter och finkorniga sparagmiter, till hvilka öfverst i lagerföljden på sina ställen kommer kalksandsten och dolomitisk kalksten. Den öfre sparagmitafdelningen deremot är i det stora hela uppbyggd af relativt gröfre material. Den börjar i regeln med konglomerat och grof sparagmit, som dock uppåt snart öfvergår i ljus sparagmitsandsten, hvilken utgör afdelningens hufvudbergart. Mellan de båda afdelningarne har, såsom flerfaldiga fakta visa, ett afbrott i sedimentbildningen egt rum, under hvilket den äldre afdelningens lager blefvo i ej obetydlig grad denuderade.

Ofvanpå den öfre afdelningen, och antagligen skild från den genom ett nytt afbrott, ligga der och hvar små partier af grått konglomerat, rester af en ny aflagring, hvilken antagligen bör hänföras till blåkvarts-etagen.

Trakten SO. om Jotunheimen. Söder och öster om Vinstervattnen, således SO. om Jotunheimen, utbreder sig ett från det stora sparagmitområdet genom siluriska skiffrar isoleradt fält af sparagmitiska bergarter. De anmärkningsvärdaste fjällen äro här Mellene och Skaget. Den öfvervägande bergarten är ljus, ofta något grönaktig, vanligen temligen fin och mer eller mindre förskiffrad sparagmit. Stundom är bergarten gröfre och rödaktig, den liknar då vanlig röd sparagmit; så t. ex. i foten af Mellene Ö. om Rogne kyrka. Sparagmiten här innehåller små lager af konglomerat. Bollarne i dessa utgöras mestadels af kvartsit, dels hvit, dels rödlett; äfven finnas brottstycken af fältspat med ända till 5 à 6 cm. i tvärmått. Konglomeratbildningar äro för öfrigt icke sällsynta inom

detta sparagmitfält; en mäktig sådan förekommer S. om Strömsvattnet. Äfven här äro bollarne öfvervägande kvartsit, vanligen temligen tät, än hvit, än mörkt gråblå, stundom rödlett.[1] Derjemte finnas bollar af ljus sparagmitskiffer. Enligt Björlykke förekomma mäktiga konglomeratbildningar äfven längre mot öster, nemligen i Langsuenfjeld och N. om Dokvand.[2]

I trakten Ö. om Rogne kyrka uppträder mellan den ljusa sparagmiten och de siluriska skiffrarne en föga mäktig bildning af grå sparagmit och blåkvarts. Dess befintlighet är emellertid viktig, emedan öfverensstämmelsen med förhållandena i de sydligare spa-

Fig. 15. Profil Ö. om Rogne kyrka.

l lerskiffer; *a* alunskiffer; *s'* mörk, blågrå kvartsitsandsten; *s* hvit kvartsitsandsten; *rs* rödaktig sparagmit.

ragmittrakterna derigenom väsentligt ökas. Lagerordningen blir nemligen då densamma, som kan sägas vara den normala inom sparagmitfältets sydvestra del, och den omständigheten, att lagren här äro inverterade, så att den siluriska skiffern stupar in under de kvartsitiska bergarterna, blir följaktligen mindre vilseledande.

Trakten kring Setningdalen (Sollien). Öfverst i Setningsjön inflyter från V. en liten å kallad Snödöla. I bottnen af dess djupa dal är en grå, flasrig, medelgrof granit blottad. På den hvilar en skifferbildning, dels glimmerskifferartad, dels fyllitisk och nederst konglomeratartad, bestående af bollar af kvartsit och granit i en glimmerskifferliknande grund-

Fig. 16. Profil efter Snödöla.

s grå sparagmit och skiffer; *k* glimmerskifferartad kvartsit; *l* fyllit, nederst konglomeratisk; *G* granit, något flarrig.

massa. Det konglomeratartade lagret är mäktigast nedåt hufvuddalen och tunnar ut mot Snödölas öfre lopp. Skiffern öfvergår uppåt i en ljus, glimmerskifferartad kvartsit af högfjällkvartsitens typ, finkornig och ofta väl skiktad, fallande flackt mot V. Ofvanpå denna kvartsit följer med skarp gräns en grå, grof skiffer vexlande med mörk sparagmit. Dessa bildningar intaga de i V. belägna höjderna, Bölanhögden, Ramshögden m. fl. Utmed bäcken, som rinner mot V. söder om Ramshögden, finnas bankar af ett starkt pressadt konglomerat vexlande med fin, mörk sparagmit. Bollarne i konglomeratet bestå öfvervägande af ljus, tät kvartsit. Något vestligare, V. om Svartåen, uppträder ljus sparagmit, temligen starkt skiffrig. Stupningen är hela vägen flackt vestlig.

[1] En del af de ljusa bollarne hafva närmast ytan en mörk färgning, som inåt småningom försvinner. Mikroskopisk undersökning visade, att denna färgning beror på en impregnation af jernglans. En dylik impregnation fanns äfven i den närmast omgifvande grundmassan. (Jfr A. E. T., Om högfjällskvartsiten, sid. 39.)

[2] Höjfjeldkvartsens nordöstligste udbredelse, sid. 69.

Den mörka sparagmiten med dess skiffer fortsätter icke så långt mot N. som till Vuludalen. I denna träffas endast ljus sparagmitskiffer och sparagmitsandsten med undantag af vid och Ö. om Storsletbäcken, der en skifvig, temligen kristallinisk kalksten, hvilande på ett litet lager alunskiffer, ligger med vestlig stupning inklämd i sparagmitskiffern, hvilken närmast är blåaktig, i hängandet t. o. m. delvis ren blåkvarts.

Den ljusa kvartsiten i Snödölas dal tillhör traktens stora ljusa sparagmitbildning. Den underliggande skiffern med bollar kan då otvunget paralleliseras med Koppangskiffern, och den öfverliggande mörka sparagmiten med skiffer torde då böra räknas till blåkvartsetagen. I så fall skulle kalkstenen i Vuludalen möjligen kunna vara silurisk.

Kring Sollien finnes ett utefter Setningdalen långsträckt parti af alunskiffer och fyllit. Det omgifves närmast af grå sparagmit och blåkvarts, utanför hvilka sedan följer traktens allmänna ljusa sparagmitsandsten. De närmast skiffern befintliga mörkare sparagmitiska aflagringarne äro emellertid rätt olika utbildade på olika ställen och synas i det hela hafva en temligen lokal karaktär. Profilerna figg. 17—19 visa några exempel.

Fig. 17. Profil öfver Nordklet, SO. om Sollien.

Blåkv. o. grå sp. Konglomerat.
Grof fyllitisk skiffer.

Fig. 18. Skjæringfjeld.

ls ljus, fin sparagmitsandsten; *d* gulhvit, tät dolomit; *s* grå sparagmitskiffer med lager af gulgrå och grå fyllit: öfverst mörk sparagmitskiffer med enstaka kvartsitbollar.

Fig. 19. Profil efter Kletbæk, S. om Sollien.

s grå, pressad sparagmit med lager af hård lerskiffer; *k* blå, sträckt kvartsit; *f* grof fyllit; *a* alunskifferartad skiffer; *b* breccia af groft lerskiffergrus med bitar och stenar af kvartsit och granit; *ls* ljus, glimmerskifferartad sparagmitskiffer.

Genom att sammanställa de på skilda ställen i denna trakt gjorda observationerna har jag kommit till nedanstående lagerordning såsom den sannolika:

Grå fyllit och kalksten (antagligen silur);
Alunskiffer;
Blåkvarts, mörk sparagmitskiffer med konglomerat;

Mörk sparagmitskiffer med enstaka kvartsitbollar och lager af grof fyllit, mörkare och ljusare;

Ljus sparagmitsandsten;
Fyllit och glimmerskiffer med (underst) konglomerat;

Urberg.

Till de afdelningar vi förut lärt känna kommer här således ännu en, den nemligen, som består af mörk sparagmitskiffer och grof fyllit. Huruvida den närmast tillhör den öfverliggande blåkvartsetagen eller den underliggande ljusa sparagmiten må lemnas oafgjordt.[1]

Traktens geologiska byggnad är emellertid mycket invecklad och torde ej kunna förklaras utan antagande af både diskordanser och förkastningar.

I Snödölas dal synes, såsom af det anförda framgår, ej några lemningar af den äldre sparagmitafdelningen finnas. Ej heller hafva sådana observerats hvarken kring graniten Ö. om Atnesjön eller närmare Ronderne. Vid Ilmandåens inflöde i Musvolåen, V. om Atnesjön, finnes nemligen en mörk glimmerskiffer, som antagligen tillhör urberget, och som direkt och diskordant öfverlagras af traktens vanliga ljusa sparagmit, hvilken här är ytterligt starkt pressad. Något sydligare deremot, S. vid den gneisrygg, som från Flaksjön stryker mot NV., uppträder en kalksten af Birikalkens typ mellan gneisen och sparagmiten. En annan förekomst i denna trakt, som äfven möjligen kan tillhöra den undre sparagmitafdelningen, är en hvit, tät kvartsit, som finnes i ett par små bergkullar inom granitens område N. om Lövris säter (N. om det ställe, der Atna kröker mot S.). Bergarten är ganska olik traktens ljusa sparagmitsandsten, men liknar en del i dennes konglomerat förekommande bollar. Vid Setning elv, strax ofvanför dess sammanflöde med Atna, anstår t. ex. ett konglomerat med smutsgrön, något skiffrig, sparagmitisk grundmassa, i hvilken ligga ojemnt fördelade bollar af granit och finkornig, ljus kvartsit. Bollarnes storlek är mycket vexlande; en del äro öfver hufvudstora. Granitbollarne äro af en ljus, grof, protoginartad, än massformig, än temligen starkt förskiffrad granit liknande den i det närliggande massivet.

Trakten kring Övre Rendalen och närliggande del af Glommendalen. Den här rådande bergarten är ljus, mot N. mestadels rödaktig sparagmit och sparagmitsandsten med underordnade lager af dels konglomerat och dels röd skiffer. Den är en fortsättning af den förut omtalade rödaktiga sparagmitbildning, som i norr öfverlagrar skiffern vid Mistra.

Skarpt afstickande mot denna i det stora hela mycket enformiga bildning är ett parti af skiffer, kalksten och blåkvarts, som förekommer V. vid Övre Rendalen och der-

Fig. 20. Profil V. vid Öv. Rendalen.

sk skiffer, dels grå, dels svart; *b* blåkvarts; *k* kalksten; *gs* grå sparagmit; *ls* ljus sparagmitsandsten.

ifrån utbreder sig kring den närliggande Harsjön. Underst ligger här en mäktig skiffer med en inlagring af vacker blåkvarts. Skiffern är dels grå, dels mörk, alunskifferartad. Den öfverlagras af en blåaktig, skifvig kalksten, på hvilken följer grå, grof sparagmit med

[1] På kartan har det förra alternativet blifvit valdt, emedan bergbyggnaden derigenom något bättre framträder.

konglomerat. I sjelfva gränsen mellan kalkstenen och sparagmiten finnes en art breccia. I Berget NV. vid Övre Rendalen kan man se hurusom den gråa sparagmiten uppåt snart blir ljusare och öfvergår i traktens vanliga ljusa sparagmit.

Bergarterna kring Harsjön likna mycket vissa siluriska och primordiala. Norr vid Harsjön finnas block i mängd af en grå, tät kalksten med lerskifferlameller, mycket liknande ortocerkalk, och strax bredvid anstår en alunskiffer med små svafvelkisbollar. Man skulle derför möjligen kunna tro, att här förelåge ett inklämdt siluriskt parti. Ifrågavarande bildningar ligga emellertid med all säkerhet under sparagmiten, och det finnes på detta ställe intet skäl att antaga denna lagerordning vara abnorm. Jag måste derför anse skiffrarne och kalkstenen vid Harsjön tillhöra den undre sparagmitafdelningen, som här blifvit blottad i en uppressad sadel. Denna sadels fortsättning mot S. markeras af en smal zon af grå sparagmit, som stryker från Harsjön ned till Glommendalen, der den åter är genomskuren och den underliggande skiffern blottad.

Ett annat ställe i trakten, der äfven små partier af den äldre sparagmitafdelningen äro synliga, är vid Undset, omkring 12 km. N. om Övre Rendalens kyrka.

Vid ån Kværningen, något N. om Undset, ligger öfverst röd sparagmit, fallande flackt mot Ö. Under den följer ett föga mäktigt lager af en gröngrå, temligen grof sparagmitisk bergart. Denna hvilar omedelbart på en granit, som här har ett mycket förstördt utseende. Något längre ned finnas stora block af en breccieartad bergart, bestående af brottstycken af en blågrå, tät kvartsit i en gröfre och mörkare kvartsitisk grundmassa. Hällar af blågrå kvartsit, lik den i de nämnda brottstyckena, framsticka vid en litet sydligare belägen bäck. Längre ned i dalen anstår granit.

Kring Undsetgårdarne finnes en mängd block och äfven ett par hällar af en grå, småkristallinisk kalksten med skifferlameller, äfvensom block af blå kvartsit och en alunskifferartad bergart. Jordtäckningen hindrar att närmare undersöka de nämnda bergarternas lagringsförhållanden, men på grund af analogier synes det mycket sannolikt, att blåkvartsen, alunskiffern och kalkstenen tillhöra den undre sparagmitafdelningen, hvilken här framsticker invid underlaget, graniten, och öfverlagras af den öfre sparagmitafdelningen, till hvars bottenbildningar breccian med blåkvartsbitar hörer.

Invid det granitparti, som från Undset utbreder sig mot norr, öster utmed dalen, finnas äfven på ett par andra ställen bergarter, som antagligen tillhöra den undre sparagmitafdelningen. Vid Jot säter, SO. om Finsta, ligger närmast på graniten först ett obetydligt lager af ljus, fin, glimrig sandsten och derefter en blåaktig, sparagmitartad kvartsit med lager af mörkgrå, grafitisk skiffer, samt sedan en hvit, sockergrynig kvartsit. Dessa bergarter skilja sig så mycket från den omgifvande röda sparagmiten, att de antagligen ej tillhöra dess lagerserie, utan en äldre. Nordvest om Elgepiggen ligger närmast på graniten ljus kvartsit. På den följer först blå kvartsit och så grof grå sparagmit fallande mot öster, således in under Elgepiggens rödaktiga sparagmit. Gränsen mellan den öfre och den undre sparagmitafdelningen skulle jag här vilja lägga mellan den blå kvartsiten och den grå sparagmiten.[1]

[1] Nedanför den något vestligare belägna Ransjöpiggen skall, enligt uppgift, en alunskifferartad bergart förekomma.

Flerstädes i denna trakt finnas således partier, om än blott små, af lagrade bergarter, som ligga under traktens stora sparagmitformation, och hvilkas utseende häntyder på andra bildningsförhållanden än de, som gåfvo upphof till denna. Det är då helt naturligt att — såsom ofvan skett — anse dessa partier vara rester af den äldre sparagmitafdelningen i dessa trakter. Undsets kalksten, och äfven kalkstenen vid Harsjön, skulle i så fall motsvara Birikalken. Äfven en annan dylik kalksten finnes i närheten, nemligen i Limhammeren, NV. nedanför Finstakletten. Kalkstenen är här grå eller svagt rödaktig, finkristallinig, genomdragen af skifferlameller och mycket skrynklad. Kontakt mellan kalkstenen och någon annan bergart är icke synlig; först högt ofvanför äro fasta hällar af Finstaklettens röda sparagmit blottade.

Vid östra kanten af granitområdet V. om Glommen hafva lika litet som vid den förut omnämnda vestra några bildningar observerats, som kunna hänföras till den undre sparagmitafdelningen. På de få ställen der jag sett kontakt blottad, har alltid traktens röda sparagnit hvilat omedelbart på graniten. En rätt intressant sådan kontakt finnes vid granitfältets östra gräns S. om Oursjöbæksætern. Graniten är här mot vanligheten röd med en egendomlig rosaröd fältspat. Den öfverlagras direkt af grof röd sparagmit, hvilken underst är så att säga grusig och tydligen bildad af granitens detritus. Dennes egendomliga röda fältspat ingår nämligen rikligt i sparagmiten och gifver den dess röda färg. Närmast kontakten har graniten ett förstördt utseende och är tätt genomdragen af kvartsådror; man skulle nästan kunna säga, att den ser ut som af kvarts cementeradt vittringsgrus. Så väl graniten som sparagmiten hafva en i VSV.—ONO. strykande och mot N. stupande förskiffring; sparagmitens lagring stupar deremot brant mot Ö. Något Ö. om detta ställe ligger fjället Bellingen, som består af en likaledes rödaktig sparagmit med samma slags röda fältspat som i den nyssnämnda. Bellingens sparagmit har sitt särskilda intresse derför, att det var för den och den likartade i Tyldalen, som J. Esmark ursprungligen bildade namnet »sparagmit». (Jfr sid. 19).

Trakterna kring Fæmundsjön och riksgränsen. I dessa trakter äro lagringsförhållandena delvis högst abnorma. Härom skall längre fram blifva tal. På detta ställe må endast de delar af dem omnämnas, der lagringsförhållandena kunna anses vara någorlunda normala.

Den kring Fæmunden rådande bergarten är ljus sparagmit och sparagmitsandsten, Hörbye's »Fæmun-sandsten». Mot SV. blir den rödaktig och öfvergår i den röda sparagmit med underordnade lager af konglomerat och röd skiffer, hvilken uppbygger det vackra och öfver sin omgifning dominerande fjället Rendals-Sölen, och hvars fortsättning mot S. och V. vi redan förut lärt känna.

Utom de nu nämnda sparagmitbergarterna, hvilka efter alla analogier att döma måste tillhöra den öfre sparagmitafdelningen, finnas der och hvar i dessa trakter andra, som torde böra räknas till sparagmitformationens undre afdelning. Vester vid Övre Engerdalen hvilar omedelbart på dervarande granit en temligen mörk blåkvarts, hvilken öfverlagras af mörk skiffer och grå, tät dolomit. Dessa sist nämnda böra, på grunder som längre fram skola anföras, sannolikast hänföras till Biri-etagen, och då måste följaktligen blåkvartsen räknas till den undre sparagmitafdelningen. Litet nordligare uppträder blåkvarts på

östra sidan af Engerdalen, äfven här hvilande omedelbart på granit, och längre mot N. och NO. finnas flera blåkvartsförekomster, hvilka ej rimligtvis kunna skiljas från de nämnda. Så t. ex. blåkvartsen vid Essu-sæter (Ö. om södra ändan af Fæmunden), den i trakten S. om Salsfjeld, samt några andra närliggande ställen. I trakten Ö. om södra delen af Fæmunden uppträda jemte blåkvartsen äfven mörka skiffrar, grå sparagmit och kvartsitiska bergarter. Allt detta har på kartan blifvit tillsammans med blåkvartsen hänfördt till den undre sparagmitafdelningen, men möjligen skulle genom mera detaljerade undersökningar något kunna utskiljas såsom yngre.

I Nörendalen, NO. nedanför Sålekinnen, finnes ett litet parti, hvilket äfven torde böra räknas till den undre sparagmitafdelningen. Kring den vestligaste af de trenne här mot N. framrinnande bäckarne uppsticka hällar af vacker granit. Kring den mellersta bäcken anstår deremot dels ljus, sockergrynig, ej skiffrig kvartsit och dels blåkvarts med körtlar af ljust blågrå kalksten. Dessa bergarter ligga säkerligen mellan graniten och den i trakten rådande ljusa sparagmiten, hvilket, jemte deras petrografiska beskaffenhet, hänvisar dem till den undre sparagmitafdelningen.

Nordvest vid norra ändan af Fæmunden utbreder sig ett litet granitfält. Sydvest utmed detta uppträder i Stenfjället en ej obetydlig bildning af blåkvarts, än mörkare, än ljusare. Så väl här, som äfven i Nörendalen, finnas talrika block af konglomerat med bollar af blåkvarts, fin, hvit kvartsit samt kvarts. Äfven finnas block af svart skiffer. Dessa förhållanden synas mig sannolikast kunna tydas så, att blåkvartsen, hvilken hvilar omedelbart på graniten, tillhör den undre sparagmitafdelningen, och att konglomeratblocken med bollar af blåkvarts härröra från den öfre afdelningens bottenbildningar.

Söder om Vigelen finnes äfven blåkvarts med inlagringar af lerskiffer, delvis alunskifferartad. Derjemte förekommer här grå sparagmit och ljus sparagmitsandsten. Möjligen skulle dessa senare kunna utskiljas såsom yngre; ännu har dock ej något försök härutinnan gjorts, hvarför tills vidare alltsammans erhållit den undre sparagmitafdelningens beteckning. Slutligen har äfven den ljusa, delvis blåaktiga kvartsit, som bildar fjället St. Glucken (riksrös 159) blifvit hänförd till den undre sparagmitafdelningen. Bergarten har här förlorat sin klastiska struktur och uppträder nu såsom en finkornig, nästan rent kristallinisk kvartsit.

Dalarnes, Herjedalens och Jemtlands kvartsit- och sparagmitområden. Från trakten kring Fæmunden utbreder sig sparagmitformationen mot Ö. in öfver nordligaste Dalarne och sydvestligaste delen af Herjedalen samt vidare upp mot Storsjön i Jemtland. Dess bergarter förete här ungefär samma vexlingar som i de angränsande trakterna af Norge. Närmast riksgränsen är ljus sparagmit rådande; längre mot Ö., kring öfre delen af Rånda elf och derifrån mot NO. till trakten kring Hede, har bergarten en temligen utprägladt röd färg och är utbildad dels såsom typisk röd sparagmit lik Bellingens, dels såsom röd sparagmitsandsten lik Römundfjelds. Mot sparagmitfältets utkant i S. och Ö. förändrar sig bergartens habitus, i det att der gråa till gulgråa, temligen grofva kvartsiter med underordnade lager af grofva skiffrar och kvartskonglomerat[1] blifva rådande. Dessa bild-

[1] I dessa konglomerat bestå bollarne, som vanligen ej hafva mer än valnöts storlek, alldeles öfvervägande af kvarts, dock förekomma äfven sådana af andra bergarter, såsom granit och olika kvartsitvarieteter.

ningar hafva blifvit sammanfattade under benämningen »Vemdalskvartsit», emedan de hafva stor utbredning i trakten kring Vemdalen. Vemdalskvartsiten uppbygger fjällens förposter, såsom Städjan, Sömlingshogn, Sonfjället, Klöfsjöfjällen m. fl. Dessa äro skilda från det innanför liggande fjällandet genom ett relativt lågland, der berggrunden mestadels är dold af jordtäckningen. I följd häraf möta svårigheter att direkt afläsa Vemdalskvartsitens förhållande till sparagmitfältets öfriga bildningar. På flera ställen kan dock sammanhanget mellan bådadera ganska väl följas. Långfjället i Idre (N. om Gröfvelån) består hufvudsakligen af Vemdalskvartsit, som isynnerhet är karakteristiskt utbildad i fjällets östra del. Mot NV. förändras bergarten så småningom först till grå eller smutsröd och slutligen till ljus sparagmit. Någon bestämd gräns mellan dessa bergarter kan ej påvisas. Vid södra foten af Hoverken anstår Vemdalskvartsit. Den öfverlagras af ljus kvartsit med

Fig. 21. Profil öfver Hoverken.

v Vemdalskvartsit; *ls* ljus sparagmitsandsten; *sk* skiffer; *s* hvit kvartsitsandsten; *b* blåkvarts (öfverst).

skiffer och blåkvarts. Äfven i Råndalen och i Hedetrakten uppträder Vemdalskvartsit nederst i sparagmitens lagerföljd och öfverlagras af sparagmit och ljus eller rödlett sparagmitsandsten. Så ock i Klöfsjöfjällen, hvilkas nedre och isynnerhet södra delar bestå af typisk Vemdalskvartsit, som i de högre delarna och mot N. blir allt mer sparagmitsandstensartad. På grund af dessa och andra dylika förhållanden anser jag Vemdalskvartsiten vara en sparagmitfältets gränsfacies (strandfacies) mot SO.[1]

I Städjan och kringliggande fjäll hvilar Vemdalskvartsit med sväfvande lagring på Dalasandsten. Något nordligare, der Vemdalskvartsiten försvunnit och ersatts af sparag-

Fig. 22. Profil från Idre mot NO. till Städjan.

d Dalasandsten; *s* skiffer; *v* Vemdalskvartsit och skiffer; *D* diabas.

mitsandsten, hvilar denna på samma sätt på Dalasandsten. Så t. ex. i den något Ö. om Fjätsjöru belägna Mjölstöten, hvars fot bildas af en jemförelsevis lös sandsten, Dalasandsten, men i hvars topp en smutsröd, temligen kvartsig sparagmitsandsten anstår. Likartadt är förhållandet i den en mil östligare, SO. om Kölsjön belägna Hammarsjövåla. I dess

[1] Bildningar af Vemdalskvartsitens typ äro icke inskränkta till svenska sidan, utan sådana återfinnas äfven på den norska, der den öfre sparagmitafdelningens lägre del stundom har en påfallande likhet med Vemdalskvartsiten. Så t. ex. vid forsen Ö. om Androg vid Storsjön i Rendalen, i vestra sidan af Högfjället vid Klarelfven i Trysil, N. om Eltdalen i Trysil m. fl. ställen. Vemdalskvartsiten står här i närmaste samband med den grå sparagmit, som ofta uppträder i den öfre sparagmitafdelningens undre del, och derför hafva båda på kartan erhållit samma beteckning.

norra fot anstår en temligen lös, röd sandsten, och öfver den ligger smutsröd sparagmit, delsvis konglomeratisk med kvartsbollar, samt hård sparagmitsandsten. I den litet S. om Hammarsjövåla liggande Fruhogna finnes ännu något Vemdalskvartsit närmast under den rödaktiga, kvartsiga sparagmitsandstenen, som bildar fjällets öfre del.

I de nu omnämnda fallen ligga sparagmitbildningarne omedelbart på Dalasandstenen, men så synes ej alltid vara händelsen. Den N. om Foskån i Idre belägna Hellsjövåla består af grå sparagmit och kvartsit, delvis blåkvartsartad. Nedanför dess östra fot utbreder sig Dalasandsten, men på denna ligger en mängd block af en grå, breccieartad kalksten lik en sådan, som plägar förekomma tillsamman med Birikalken.[1] Efter all anledning finnes sådan kalksten ock anstående mellan Dalasandstenen och Hellsjövålas sparagmit. Vid Fjätelfven, något nedanför Fjätvallen, finnas hällar af tunnskiktad, på vittrad yta lagervis brungul och blågrå kalksten. Stupningen är flack, dels vestlig, dels ostlig. Ett litet stycke ofvanför kalkstenshällarne synas stora hällar af Dalasandsten med i följd af undergången pressning sparagmitiskt utseende. Stupningen är här omkring 40° mot NV. Samma bergart med samma stupning bildar den i NNV. närliggande Nästjevåla, men den strax i NNO. befintliga Signilsåsen består af Vemdalskvarsit. Kring foten af denna ås finnes en mängd kalkstensblock. Vemdalskvartsiten torde således ligga på kalkstenen, och detta bestyrkes deraf, att i trakten förekomma block af kalkig kvartsitsandsten med bollar af kalksten. Så t. ex. vid Högvålen. Huru Dalasandstenen och kalkstenen förhålla sig till hvarandra kan ej direkt ses vid Fjätelfven. Sandstenen stupar från kalkstenen, och man skulle derför möjligen kunna tro den vara yngre än denna. Men enär sandstenen, såsom vi förut sett, med säkerhet är äldre än Vemdalskvartsiten, skulle den i så fall ligga mellan kalkstenen och kvartsiten. På den platsen finnes den dock tydligen icke i Signilsåsen; mellan kalkstenen och kvartsiten är der ej rum för en så mäktig bildning som Dalasandstenen. Sandstenen måste derför ligga under kalkstenen och antagligen diskordant. Lagerföljden blir således densamma här som den förut omnämnda i Hällsjövåla, och kalkstenen följaktligen hänförlig till Birikalkens nivå.

Till samma nivå kunna äfven ett par andra förekomster inom Herjedalens sparagmitområde hänföras. Vid Stor-Rånda elf, omkring 8 km. ofvanför Råndalens by, anstår blågrå kalksten och kalksandsten med flackt läge. I den N. härom belägna åsen, Grimuggen, träffas först grå kvartsit lik Vemdalskvartsit och sedan grof grå sparagmit, som uppåt blir rödaktig och öfvergår i den röda sparagmit, hvilken bildar hela det Ö. om Grimuggen belägna Långberget. Stupningen är här nordlig, således *från* den i dalbottnen liggande kalkstenen. Något vestligare, vid Råndans utlopp ur Ransjön, finnes ett groft konglomerat med bollar af diverse porfyrer, röd och blå kvartsitsandsten samt kvarts. Strax nedanför anstår en ful grå sparagmit och kalksandsten. Dessa bergarter torde vara gränsbildningar mellan sparagmiten och dess underlag, hvilka i Grimuggens profil ej äro blottade.

På vestra sidan om Lilla Rånda elf, något ofvanför dess utlopp, finnes kalksandsten åtföljd af en mörk, grof, splintrig och något kalkig skiffer med körtlar af kalksten. Norr om dessa bildningar, hvilka hafva ganska vexlande stupning, följer en grå kvartsit lik Vemdalskvartsit, hvilken vidare mot N. öfvergår först i grå sparagmit och så i röd af

[1] Jfr sid. 25.

samma utseende som Långbergets. HÖGBOM och SCHIÖTZ, hvilka båda beskrifvit förhållandena vid Lilla Rånda elf,[1] äro af motsatta åsigter rörande åldersföljden, i det att den förre anser sparagmiten öfverlagra kalksandstenen och dess skiffer, då deremot den senare uppfattar den röda sparagmiten såsom äldst och kalksandstenen såsom yngst. Utan att vilja närmare diskutera förhållandena vid Lilla Rånda elf, hvilka i ock för sig ej äro rätt tydliga, vill jag närmast sluta mig till HÖGBOMS åsigt och tolka sagde förhållanden i öfverensstämmelse med dem i Grimuggen, detta så mycket mer, som dylika återfinnas äfven i Hedetrakten. Såsom HÖGBOM först påvisat finnes nemligen der, S. om Knätten vid ett ställe, som i trakten är kändt under namn af »Håckla», en grå kalksten med skiffer, som genom blott ett par föga mäktiga lager af grå kvartsit och fin sparagmit äro skilda från den i närheten uppstickande graniten, hvilken har ett mycket oredigt och förstördt utseende. Kalkstenen öfverlagras af sparagmit, som närmast densamma är grå, men uppåt blir allt mera rödaktig. Se profil. fig. 23. (Jfr äfven HÖGBOM l. c. sid. 141 och SCHIÖTZ l. c. sid. 58.)

Fig. 23. Profil öfver »Håckla».

G Granit: *kv* grå kvartsit; *l* grå, grof lerskiffer; *s* grå, finkornig sparagmit: *k* grå kalksten och skiffer; *s'* grå sparagmit och grå, tät kvartsit; *s''* dels grå dels smutsröd sparagmit med underordnade lager af konglomerat. I dessa äro bollarne vanligen ej större än valnötter och bestå mestadels af ljusa porfyrer. Derjemte förekomma sådana af kvarts och ljus, tät kvartsit, äfvensom bitar af mörk skiffer.

Ännu en profil från denna trakt och belysande samma förhållanden, nemligen den nedanstående från sydsidan af Husberget i Hede, må här anföras. Nedanför den mäktiga

Fig. 24. Profil från Husberget mot S.

kv grå kvartsit: *s* mörk, grof, kalkig skiffer med lager af kalksten och kalksandsten: *v* Vemdalskvartsit; *r* röd kvartsig sparagmitsandsten.

röda kvartsitsandsten, som bildar sjelfva Husberget, och hvilken tillhör traktens röda sparagmitformation, kommer först en grå kvartsit lik Vemdalskvartsiten och sedan en mäktig serie af kalkiga bergarter, under hvilka till sist grå kvartsit är synlig.[2]

De nu omtalade profilerna skulle möjligen hvar för sig kunna medgifva olika tolkningar, men sammanställer man dem med hvarandra och med hvad förut rörande sparagmitfältets byggnad på den norska sidan blifvit anfördt, så synes den sannolikaste uppfattningen vara, att åldersföljden verkligen är den, som profilernas lagerordning gifver vid handen, d. v. s. att de kalkiga lagren ligga under och äro äldre än sparagmitbildningarne,[3] och att de förra således representera den i dessa trakter endast svagt ut-

[1] HÖGBOM, Om kvartsit-sparagmitområdet. SCHIÖTZ, Sparagmit-kvarts-fjeldet langs grænsen i Hamars stift og i Herjedalen.

[2] Äfven angående Husbergets profil äro HÖGBOM och SCHIÖTZ af motsatta åsigter. Se HÖGBOM l. c. s. 139; SCHIÖTZ, l. c. s. 56.

[3] Denna uppfattning har ock förfäktats af HÖGBOM.

bildade undre sparagmitafdelningen. Liksom i Norge, så synes denna äfven här hafva varit utsatt för denudation innan den öfre sparagmitafdelningen afsattes, ty den uppträder blott ganska sporadiskt. Redan har blifvit nämndt, att så är fallet i Dalarne, der den än finnes, än saknas mellan Dalasandstenen och Vemdalskvartsiten. Så är det äfven i Herjedalen. Omkring 1 km. N. om den ofvan omtalade förekomsten vid Håckla uppträder i riktning från V. till Ö.: granit, grå kvartsit, rödt konglomerat och sandsten. Kalksten finnes här ej, ej ens i block, men möjligen skulle den grå kvartsiten här kunna motsvara den, som vid Håckla ligger under kalkstenen. Ändå något nordligare, S. om Hede, finnas deremot kalkstensblock i sådan mängd, att bergarten gifvet måste antagas vara anstående på stället. I Törbergen åter, 6 km. NO. om Hede, finnes röd sparagmit och groft konglomerat med bollar af diverse graniter, porfyr, röd kvartsit, kvarts m. m. hvilande på granit, efter all anledning omedelbart. Något spår af de kalkiga bergarterna finnes ej här.

Såsom af det nu om Dalarnes—Herjedalens sparagmitområde anförda framgår, företer detsamma stora likheter med det norska sparagmitområdet, något som ju ock var att vänta, då båda äro delar af ett stort helt. Inom Dalarnes—Herjedalens område, liksom inom de närmast riksgränsen belägna delarne af det norska området, utgöres den stora hufvudmassan af sparagmitbildningarne öfvervägande af sådana tillhörande den öfre sparagmitafdelningen, under det att lager, som kunna räknas till den undre sparagmitafdelningen, blott förekomma i relativt ganska obetydliga partier, hvilka synas vara endast denudationsrester efter en ursprungligen mera betydande aflagring.

De bekanta Oviksfjällen i Jemtland bilda så att säga ett fält för sig af kvartsitiska bergarter, bland hvilka typisk blåkvarts, der och hvar med inlagringar af mörk skiffer, är den vida förherrskande. Så t. ex. i fjällen S. om Sällsjön, i Drommen, i Hundshögen och i bergen mellan Ljungan och Arån. Ljusare och mera sparagmitsandstensartade bergarter förekomma dock äfven, så t. ex. finnes Ö. om Hundshögen, N. om det s. k. Varskaftet, en ljus, gulaktig något fältspathaltig kvartsitsandsten. I trakten af Storbörn äro de understa lagren af detta kvartsitfält blottade. I närheten af den här uppstickande graniten anstår vid Galån en mörk, kvartsig och något skiffrig bergart; något nordligare, vid bron V. om Galåvallen, mörk kvartsit, grå sträckt sparagmit och mörk, delvis alunskifferartad skiffer. Ännu något nordligare visa sig samma bergarter, men med små lager af blågrå kalksandsten. Vid bron öfver Aloppa, SV. om Storbörn, anstår — likaledes i närheten af graniten — en mörk, finkornig, ytterst splintrig bergart med insprängd svafvelkis.[1] På båda dessa ställen visa bergarterna genom sin mörka färg och sin habitus för öfrigt, att de tillhöra den angränsande stora blåkvartsbildningen, och följaktligen finnes här ej några af de vanliga sparagmitaflagringarna mellan denna och graniten. Ej heller finnas några sådana nordligare mellan Drommens blåkvarts och den i Ö. angränsande porfyren.

Såsom af Wiman och Högbom blifvit påvisadt står ifrågavarande blåkvartsbildning vid sin gräns mot silurskiffrarne i norr i nära förband med dessa genom vexellagringar. En kilometer SO. om Sällsjöns sydända fann Wiman primordialförsteningar i en med blåkvarts vexellagrande skiffer[2], och vid Gräftån fann v. Schmalensee graptoliter hänvisande

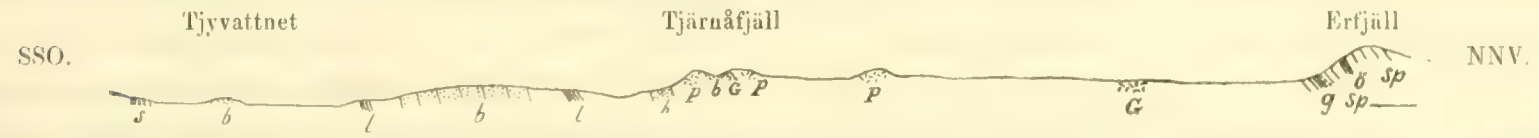
[1] Mikroskopisk undersökning visade, att bergarten egentligen är en mycket mörk och finkornig blåkvarts.
[2] Die Silurformation in Jemtland, s. 19.

på mellersta graptolitskifferns nivå i en grof skiffer, som der uppträder i blåkvartsens omedelbara närhet.[1]

Af allt detta framgår, att Oviksfjällens blåkvarts måste uppfattas såsom en från sparagmitformationen skild bildning af kambrisk och möjligen delvis undersilurisk ålder. Den synes således närmast kunna paralleliseras med blåkvartsen i Valders, hvilken likaledes genom vexellagring är nära förbunden med de siluriska skiffrarna.

Kring Hotagen i nordliga Jemtland finnas några partier af blåkvarts, sparagmit och kvartsit. Norr om Tjyvattnet utbreder sig der en ganska mäktig bildning af blåkvarts, hvil-

Fig. 25. Profil från Tjyvattnet mot NNV. till Erfjäll. Längdskala 1 : 100000.



s silurisk sandstensskiffer; *b* blåkvarts; *l* lerskiffer; *P* porfyr; *G* granit; *g* gneis; *sp* fin, gröngrå sparagmit; *ö* ögongneis.

ken synes vara nära förbunden med siluren och antagligen kan paralleliseras med Oviksfjällens blåkvarts. I Tjärnåfjäll hvilar den på porfyr och granit med förstördt utseende. Det omkring 6 km. N. om Tjärnåfjället belägna Erfjället består af fin, gröngrå sparagmit, något skiffrig. Söder om fjället är berggrunden granit, men i dess fot uppträda gneisiga bergarter, hvilka i sin öfversta del innehålla bollar af kvartsit. De äro således, åtminstone delvis, pressade gneisgråvackor. Högre upp observerades en ej särdeles grof ögongneis, till utseendet bildande en inlagring i sparagmiten; möjligen en pressad granitgång.

Norr om Hotagens kapell uppträder fin sparagmit lik Erfjälls och grå kvartsit. Vestligare, N. om Lockringen, vexlar dylik kvartsit flera gånger med granit, d. v. s. den ligger på en mycket ojemn undergrund af denna bergart. Mot S., närmast de siluriska skiffrarne, blir kvartsiten blåkvartsartad.

Öfverblick öfver sparagmitformationens och blåkvartsetagens sammansättning. Sparagmitfältets olika delar hafva nu blifvit i korthet omnämnda. Det torde då vara lämpligt att i en öfverblick öfver det hela sammanfatta samt i en och annan punkt något fullständiga den bild af vårt områdes sparagmitiska och kvartsitiska aflagringar, som af de anförda förhållandena framgår.

Såsom vi hafva sett visa talrika fakta, att sparagmitformationen naturligen kan indelas i tvenne afdelningar, en undre och en öfre, skilda genom de kalkiga aflagringar, som ofvan betecknats såsom Biri-etagen. *Den undre afdelningen* är bäst utbildad kring nedre Gudbrandsdalen och derifrån mot Ö. till Glommendalen. Grå, delvis ganska mörk sparagmit är här den förherskande bergarten, dock med inlagringar af skiffer, som uppåt blifva allt talrikare och mäktigare. I trakten mellan Glommendalen och Klarelfdalen, der den undre sparagmitafdelningen äfvenledes är en hufvudlänk i bergbyggnaden, spela i densamma skiffrar en ännu större rol. Vexlande med dem uppträda kvartsiter af olika färger, ofta täta, flintlika, ej sällan blåkvartsartade. Derjemte förekomma äfven sparagmi-

[1] WIMAN, l. c.

tiska bergarter, mestadels gråa, synnerligast i afdelningens lägre lager. Utanför de nu nämnda områdena visar sig den undre sparagmitafdelningen i många och vidt spridda småpartier inom sparagmitfältet, i nästan alla dock med jemförelsevis svag utbildning. En väsentlig rol i dessa spridda förekomster spelar Biri-etagen. Den kan ock, trots sin relativa ringa mäktighet, i det stora hela sägas hafva en vidsträcktare utbredning än den undre sparagmitafdelningens rent klastiska bergarter. Strängt taget torde den ej heller tillhöra dessas lagerföljd, ty den är, åtminstone delvis, skild från dem genom ett afbrott i lagerbildningen, såsom det i dess liggande befintliga mäktiga konglomeratet i trakten kring Gausdal och Fodvang visar. På andra ställen har en dylik skarp undre gräns för Biri-etagen visserligen icke kunnat påvisas, men förhållandena äro i allmänhet ej gynsamma för utredandet af denna fråga.

Den öfre sparagmitafdelningen har i dagen en betydligt större utbredning än den undre. Hufvudmassan af dess bergarter utgöres af af ljusa, ofta rödaktiga sparagmiter och sparagmitsandstenar. Gråa sparagmiter och kvartsiter förekomma likväl äfven, dock egentligen blott uti afdelningens lägsta lager, hvilka vanligen, med undantag dock för sparagmitfältets nordvestliga del, utgöras af dylika gråa bergarter, och dessa tilltaga i det stora hela i mäktighet mot fältets gränser i söder och öster.

Den öfre sparagmitafdelningen börjar ofta med konglomerat, och att detta ligger diskordant på sitt underlag är flerstädes påtagligt. I detta konglomerats bollar återfinnas så väl urbergets som den undre sparagmitafdelningens och Biri-etagens bergarter. Egendomligt nog är konglomeratet icke gröfst och mäktigast invid sparagmitfältets ytterkant mot S. och Ö., utan först ett par tiotal kilometer längre in i fältet. Högre upp i afdelningen äro inlagringar af mestadels temligen fint konglomerat ej sällsynta inom nästan alla delar af afdelningens område. Bollarne i dessa bestå alldeles öfvervägande af finkorniga till täta kvartsiter utom i närheten af de i S. och Ö. angränsande urbergsområdena, der bollarne lika öfvervägande utgöras af kvarts.

Bland underordnade inlagringar i den öfre sparagmitafdelningen märkas för öfrigt skiffrar och kalkiga bergarter. De förra synas vara allmännast i afdelningens lägre del; deras färg är grå eller rödaktig, öfverensstämmande med den sparagmitbergarts, i hvilken de förekomma. Kalkiga bergarter uppträda säkerligen på flera nivåer, men endast tvenne kunna dock för närvarande med någorlunda bestämdhet fixeras. Nära ofvanför afdelningens bottenbildning, der denna utgöres af Koppangskiffer, d. v. s. inom sparagmitfältets inre delar, träffas ej sällan körtlar af ljus, nästan tät dolomit. Så t. ex. vid Koppang, såsom förut blifvit nämndt, i Högberget vid Klarelfven, N. om Kvitvola, i Funäsdalsberget i Herjedalen m. fl. ställen. Liknande dolomit uppträder dock äfven på högre nivåer, såsom visas af den i Skjæringfjeld förekommande (se fig. 18, sid. 40), och de ljusa dolomitblock som ej sällan träffas på fjällen, kunna derför ej anses såsom indicier på närheten af någon viss nivå. Den andra mera markerade kalkiga inlagringen är en kalksandsten, som uppträder temligen högt uppe i afdelningen. Bäst utvecklad är den i trakten V. om Engerdalen, der dess mäktighet kan uppgå till 150 m. och derutöfver, men dylik kalksandsten, efter all anledning tillhörande samma nivå, har träffats äfven på flera andra och vidt skilda ställen.

Blåkvartsetagen har ett mycket sporadiskt förekomstsätt. Mägtig uppträder den i Valders, der i densamma ingår ej blott blåkvarts och skiffer, utan äfven gråa och gröngråa sparagmitiska bergarter. Inom det stora sparagmitfältet finnas sedan flera små förekomster af dels blåkvarts och dels konglomerat, hvilka genom sitt läge ofvanpå den öfre sparagmitafdelningen angifva sig såsom tillhörande blåkvartsetagen, men med någon större mäktighet återfinna vi denna först vid sparagmitfältets gräns mot NO. i Oviksfjällens mäktiga massor. Äfven N. invid Jemtlands silurfält har till blåkvartsetagen antagligen hörande bildningar en rätt betydlig utveckling, såsom Ö. om Jufveln samt Ö. och NV. om Hotagen. I det hela synes det som om blåkvartsetagen företrädesvis uppträdde i anslutning till kalkstensfattiga siluraflagringar. Anmärkningsvärdt är, att densamma, der den är mäktigast, gerna hvilar direkt på urberg. Så är fallet i Valders mot V.; mot Ö. lägger sig blåkvartsetagen der öfver sparagmitformationen, men tunnar också snart ut åt detta håll. Likaså hvilar i Oviksfjellen, och för öfrigt kring Jemtlands silur, blåkvartsen omedelbart på urberg. På grund af materialets groflek i den öfre sparagmitafdelningen synes antagligt, att detsamma ursprungligen ej var jemnt och likformigt utbredt, utan på vissa ställen hopadt, på andra deremot föga mäktigt, men derigenom torde dock knappast sagda afdelnings frånvaro under de mäktiga blåkvartsbildningarne kunna nöjaktigt förklaras. Men möjligen skulle det kunna tänkas, att på de ställen, der blåkvartsetagen nu är mäktigast, förefunnos under den öfre sparagmitafdelningens bildningstid uppstickande urbergspartier, som aldrig blefvo täckta af sparagmitaflagringarne, men hvilka under en följande tid, enär de lättare än de omgifvande sparagmitbergarterna föllo offer för denudationen, sänktes så i förhållande till dessa, att fördjupningar uppstodo, i hvilka sedan blåkvartsetagens aflagringar företrädesvis afsattes. Denna förklaring förutsätter dock en längre mellantid mellan sparagmitformationens och blåkvartsetagens bildningsperioder, än som på grund af andra omständigheter synes rätt sannolik.

Sparagmitformationens förhållande till Dalasandstenen. KJERULF, som väl insag, att sparagmitformationen icke är en enhetlig bildning, utan att den är sammansatt af olika afdelningar, försökte i sina senare publikationer att utskilja en del af densamma såsom yngre än det öfriga. Till denna yngre del, hvilken han förlade till sparagmitområdets sydkant, räknade han äfven Dalasandstenen. Detta skedde dock ej på stratigrafiska grunder, ty inom Norge kan Dalasandstenen knappt sägas komma i beröring med sparagmitformationen, utan på grund af den petrografiska likhet, som förefinnes mellan den öfre sparagmitafdelningens lager i Klettens profil och vissa delar af Dalasandstenen.[1] Denna likhet är ock onekligen ganska stor, och äfven andra exempel på sådana petrografiska likheter mellan lager i Dalasandstenen och lager i hvad jag nu anser tillhöra den öfre sparagmitafdelningen skulle kunna anföras. Dessa petrografiska likheter kan jag dock ej tillmäta någon vigt gent emot stratigrafiska och andra förhållanden, som leda till en annan slutsats.

Redan i det föregående har blifvit omtaladt, att förhållandena i Städjan, Mjölstöten, Hammarsjövåla och andra fjäll otvetydigt visa, att Dalasandstenen är äldre än den öfre

[1] »Kvarts-sandsten-etagen i Kletten har umiskjendelig lighed med Tryssil-sandstenen» (Dalasandstenen). Udsigten, s. 139.

sparagmitafdelningen. Det har ock blifvit visadt, att den måste antagas vara äldre äfven än Biri-etagen. Men hur förhåller sig då Dalasandstenen till den undre sparagmitafdelningen? Båda ligga omedelbart under Biri-etagen, och då kunde det tänkas, att de ekvivalerade hvarandra, att de vore något olika facies af en och samma bildning, ehuruväl de i sina typiska utbildningsformer petrografiskt skilja sig rätt mycket från hvarandra. Men äfven petrografiska likheter kunna uppvisas; till de röda skiffrarne kring Osa och den smutsröda sandstenen V. om Rena vid Lösset kunna lätt motsvarigheter uppletas i Dalasandstenen. Skäl finnas dock, som synas mig tala emot en parallelisering af Dalasandstenen och den äldre sparagmitafdelningen. På vestra sidan af Klarelfdalen finnas, såsom förut blifvit omnämndt, flerstädes lager af grå sparagmit, grå kvartsit, skiffer och blåkvarts, hvilka på grund af sitt läge måste anses tillhöra den äldre sparagmitafdelningen. De ligga blott omkring 10 km. från Dalasandstenens gräns, och vore den undre sparagmitafdelningen sådan den är utbildad kring Glommen och kring Gudbrandsdalen en ekvivalent till Dalasandstenen, borde öfvergångsbildningar finnas just vid Klarelfdalen. Men så är ej fallet. Vidare må anmärkas, att i mellersta Dalarne förekomma flerstädes dels mörk skiffer t. ex. i Städjan, dels blåkvarts, t. ex. i Himmeråsen N. om Idre, mellan Dalasandstenen och Vemdalskvartsiten, utan att egentligen synas tillhöra någonderas lagerföljd. I betraktande deraf att blåkvarts och skiffer äro vester om riksgränsen vanliga bergarter i den undre sparagmitafdelningen, kan det ej vara osannolikt, att de nämnda förekomsterna af dessa i Dalarne kunde tillhöra samma afdelning.

Ett ytterligare skäl mot den i fråga varande paralleliseringen synes mig ligga deruti, att diabasbäddar äro — såsom förut nämndt — en mycket vanlig företeelse i Dalasandstenen, under det att sådana ej hittills blifvit med säkerhet påvisade i hvarken den undre eller den öfre sparagmitafdelningen. [1] Detta skäl kan synas hafva föga vigt, då bådadera bildningarne ej finnas i samma trakter, men det måste dock tillmätas en viss betydelse om man besinnar, att *öfverallt* der sandsten förekommer, hvilken kan anses paralleliserbar med Dalasandstenen, åtföljes den af diabasbäddar. Så på Dalsland, i Småland, i Mälarbäckenet, vid Gefle, i Ångermanland och t. o. m. i Finland.

På grund af dessa nu angifna skäl har jag ej vågat att med hvarandra parallelisera Dalasandstenen och den undre sparagmitafdelningen, så inbjudande en sådan parallelise-

[1] Om man undantager de i vissa sparagmittrakter i Herjedalen talrika gångarne af Ottfjällsdiabas, hvilkas egendomliga förekomstsätt längre fram skall omtalas, så äro inom hela det stora sparagmitfältet endast mycket få diabasförekomster kända. En liten diabashäll är synlig i den förut omnämnda profilen vid Glommen Ö. om Åsta (se fig. 11). Bergarten visar sig under mikroskopet hafva tydlig diabasstruktur, men vara mycket krossad och förstörd, och då dertill kommer, att den uppträder invid en förkastning, så kan det ej ens anses fullt säkert, att den verkligen genomsätter sparagmitformationen. I en jernvägsskärning N. om Negård, S. om Koppang, har jag sett en omkring 0,5 m. mäktig stående gång af en mörk, finkornig och något skiffrig bergart. Under mikroskopet visar den ej spår af diabasstruktur, utan har helt och hållet en grönskiffers utseende bestående väsentligen af kvarts, muskovit, klorit, epidot och kalkspat. Derjemte finnas korn af magnetit och fläckar af titanomorfit. Sannolikt är den dock en höggradigt omvandlad diabas. I Knallbergen O. om Skärvagen i Idre har H. HEDSTRÖM observerat en diabas, hvilken han antager genomsätta en der förekommande blågrå kvartsitsandsten. Kontaktförhållandena äro dock ej rätt tydliga (se fig. 67). Diabasen är starkt omvandlad, men torde dock kunna anses närmast tillhöra Åsbytypen. Hvad kvartsitsandstenen beträffar, så synes det sannolikast, att den bör hänföras till den undre sparagmitafdelningen, men möjligheten är dock ej utesluten, att den kan tillhöra Dalasandstenen, enär dylika kvartsitsandstenar äfven finnas i dennes lagerföljd. Diabasens sällsynthet i sparagmitformationen är så mycket anmärkningsvärdare, som gångar af olivindiabas finnes inom de flesta af de granitpartier, hvilka uppsticka inom sparagmitfältena.

ring än i visst hänseende kunde förefalla, utan synes det mig sannolikare att den förre härrör från en något äldre bildningsperiod än den senare. De båda hafva derför ock på kartan erhållit olika beteckningar.

Sparagmitformationens och blåkvartsetagens mäktigheter. Endast få delar af sparagmitformationen hafva blifvit så detaljeradt undersökta, att formationens mäktighet kunnat med någorlunda säkerhet bestämmas. KJERULF gjorde mäktighetsberäkningar för flera olika ställen; en del af de mått han kom till synas ganska sannolika, andra åter, såsom t. ex. det för Ronderne, kunna misstänkas vara för stora i följd af öfverskjutningar och dubbelvikningar, om hvilka KJERULF ej hade någon kännedom. Några af hans sannolikaste bestämningar, äfvensom ett par från andra källor, må här anföras för att gifva åtminstone någon föreställning om hvilka massor af klastiskt material här föreligga. Samtliga talen kunna dock ej betraktas annat än som helt approximativa.

Den *undre sparagmitafdelningen* är inom den trakt, der den är mäktigast utbildad, d. v. s. kring Gudbrandsdalen och Glommendalen, ingenstädes helt och hållet genomskuren, hvarför dess fulla mäktighet ej kan bestämmas. Den synliga mäktigheten kan i trakten N. om Lillehammer uppskattas till omkr. 900 m., i Rognvola i Österdalen till omkr. 700 m.[1] Skiffrarne i Osdalen bilda höjder af öfver 300 m. Dertill komma de kvartsiter, som uppbygga fjällen V. om Osdalen, hvilkas mäktighet torde kunna anslås till omkr. 200 m. Den undre sparagmitafdelningens mäktighet i denna trakt kan således uppskattas till minst 500 m. Ungefär samma mäktighet synes den hafva vid Klarelfdalen. Vid Eltåen är nemligen — såsom förut anfördt — Biri-etagens mäktighet omkr. 300 m., och de underliggande klastiska bildningarne kunna uppskattas till omkr. 200 m. Mot NO., der blott enstaka fläckar af den undre sparagmitafdelningen finnas kvar, är mäktigheten betydligt reducerad. HÖGBOM uppskattar kalkstenen vid Hede till omkr. 75 m. Dertill kommer den underliggande sparagmiten, som dock ej kan vara särdeles mäktig. Det hela torde ej kunna anslås till mycket öfver 100 m.

Den *öfre sparagmitafdelningen* är i Kletten i Österdalen omkr. 250 m., i Deifjeld vid Rendalen omkr. 600 m., i Trysilfjeld och Varliberg omkr. 300 m., i Blækkufjeld omkr. 450 m. I Sonfjället i Herjedalen torde kvartsitbergarternas mäktighet kunna anslås till 700 à 800 m. Till ändå större mäktigheter kommer man längre in i sparagmitfältet. Rendals-Sölens röda sparagmit har en synlig mäktighet af omkr. 1,000 m.

De nu anförda uppskattningarne gifva således vid handen, att den undre så väl som den öfre sparagmitafdelningen hvar för sig torde hafva en ungefärlig mäktighet af omkring 1,000 m. på de ställen, der de äro mäktigast utbildade. Häraf följer dock ej, att sparagmitformationens hela mäktighet kan sättas lika med 2,000 m., ty der den undre afdelningen är mäktigast är den öfre mindre utbildad, och tvärtom.

Blåkvartsetagens mäktighet är mångenstädes temligen liten, men den kan dock på sina ställen svälla ut rätt betydligt. KJERULF uppskattar den i Valders till 300 à 400 m., och maximalmäktigheten af blåkvartsen i Oviksfjällen är sannolikt ändå större.

[1] KJERULF angifver talen i norska fot. De hafva här blifvit reducerade till meter och afrundade, enär de i alla händelser blott äro ungefärliga.

Sevegruppens kristalliniska facies (Åreskiffrarne).

Inom vestra Jemtland och nordvestra Herjedalen hafva kristalliniska skiffrar, s. k. Åreskiffrar, nemligen glimmerskiffrar, hornblendeskiffrar och vissa egendomliga gneiser, en mycket stor utbredning. Samma bergarter träffas ock flerstädes i Norge, såsom i Hummelfjeld och andra S. om Röros, på flera ställen kring Trondhjemsfjorden, i Surendalen, Drivdalen o. s. v. I mina första arbeten om fjälltrakternas bildningar sammanförde jag dessa Åreskiffrar med sparagmiterna till en stor grupp, »Sevegruppen», hvilken grupp jag då på grund af flerstädes i Jemtland och Herjedalen iakttagna lagringsförhållanden antog vara yngre än silur, såsom förut blifvit nämndt. När jag sedermera genom fortsatta undersökningar fann, att dessa lagringsförhållanden voro abnorma och således ej bevisande för åldersförhållandet, tänkte jag mig, att det samband jag förut trott mig finna mellan Åreskiffrarne och sparagmiterna möjligen kunde vara blott skenbart och likaledes beroende på abnorma lagringsförhållanden, och jag framkastade då den förmodan, att Åreskiffrarne måhända kunde tillhöra urberget.[1] Denna förmodan har emellertid ej befunnits riktig; sparagmiterna och Åreskiffrarne äro, såsom jag först uppfattade dem, olika facies af en stor formation. Bevisen härför skola längre fram anföras, sedan först Åreskiffrarnes beskaffenhet, lagerordning och utbredning något närmare omordats. Vid deras beskrifning torde det emellertid icke vara lämpligt att välja sjelfva Åreskutan till utgångspunkt, emedan det ej kan anses gifvet, att lagringsförhållandena der, äfven de olika skiffervarieteterna emellan, äro fullt normala. I stället vilja vi först vända oss till trakterna kring Trondhjemsfjorden, der dylika skiffrar förekomma under mindre tvifvelaktiga förhållanden. Att dessa skiffrar vid Trondhjemsfjorden verkligen äro Åreskiffrar, framgår icke blott af deras stora petrografiska likhet med skiffrarne i Åreskutan, utan äfven deraf, att de N. om Trondhjemsfältet sammansluta sig med dessa. Dertill kommer, att de ena som de andra omedelbart underlagra Trondhjemsfältets äldsta led.

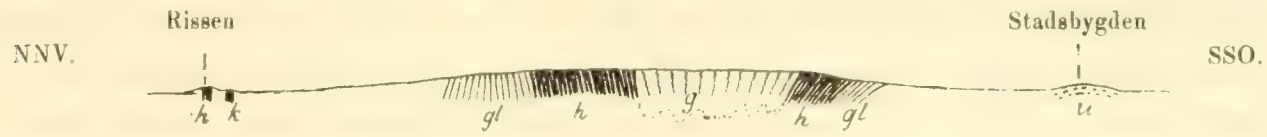
Åreskiffrarne kring Trondhjemsfjorden. På den under namnet Rödberg bekanta udden i Trondhjemsfjorden vid Stadsbygden anstår rödaktig granitgneis, sadelformigt böjd med hufvudstupning mot NNO. De första hällar, som sedan äro synliga i NV., bestå af en ljus, kvartsig glimmerskiffer, särdeles tydligt skiktad och äfven något förskiffrad. Den stupar mot NV., således från granitgneisen. Öfver glimmerskiffern följer mörk hornblendeskiffer och öfver denna åter brun, glimrig, granatförande gneis. Denna sist nämnda bildar en starkt skålformigt sammanpressad zon, på hvars andra sida hornblendeskiffern åter framträder. Se profil fig. 26.

Ofvanpå urberget, som här representeras af granitgneisen, följer således: kvartsig glimmerskiffer, hornblendeskiffer och brun glimmergneis. Denna lagerföljd återfinnes på flera ställen i dessa trakter, dock blir den understa länken, glimmerskiffern, hvilken aldrig är fullt fältspatfri, stundom så fältspathaltig, att den öfvergår till en granulitisk skiffer

[1] Om fjällproblemet, s. 336.

eller finkornig gneisskiffer. Så t. ex. i trakten af Leksviken. Närmast kring detta ställe är hornblendeskiffer rådande. Dennes liggande framträder V. om Tömmerdal (SV. om Leksviken) och består af en grå gneisskiffer med underordnade inlagringar af hornblende-

Fig. 26. Profil utefter Trondhjemsfjorden från Rissen till Stadsbygden. Längdskala 1 : 100000.



h hornblendeskiffer; *k* kristallinisk kalksten; *gl* kvartsig glimmerskiffer; *g* brun glimmergneis (Åregneis); *u* röd granitgneis (urberg).

skiffer. Öfver hornblendeskiffern följer brun glimmergneis, ofta granatförande, en bergart, som här har betydande både mäktighet och utbredning.

Vid vestra sidan af Örkedalsfjorden uppträder en ljus, kvartsig glimmerskiffer lik den V. om Stadsbygden. Vid Almli är der på densamma öppnadt ett hällebrott.[1] Glimmerskifferns liggande utgöres af gneis, som stundom är ögongneisartad, dess hängande af hornblendeskiffer, med hvilken den genom vexellagringar är nära förbunden. Hornblendeskiffern i sin ordning öfverlagras af brun glimmergneis, med hvilken den på gränsen likaledes vexellagrar. Den bruna gneisen har stor utbredning på östra sidan af Örkedalsfjorden. Den stupar här i regeln flackt SO. I sin undre del är den temligen grof, vanligen granatförande och kvartsstrimmig. Högre upp blir den finare och ofta hornblendeförande. Underordnade lager af hornblendeskiffer äro ej sällsynta.

Sydost vid Leksdalsvand, N. om Værdalen, uppträder en vacker och väl skiktad, något glimmerskifferartad kvartsit, ljus med grönaktiga smålager. Den torde otvifvelaktigt kunna paralleliseras med den kvartsitiska glimmerskiffern vid Almli och öfverlagras liksom den af mörk hornblendeskiffer. Mellan båda finnes dock ett föga mäktigt lager af ljus, lös glimmerskiffer. I kvartsitens liggande uppträda vid Lundselven gråa, ofta något granatförande glimmerskifferartade bergarter. Dessa hafva en icke obetydlig utbredning. En hithörande glimmerskiffer, småvresig och full af små kvartskörtlar, anstår i höjden Ö. om Tuset Ö. om Leksdalsvand. Högre upp i samma höjd träffas en röd, medelgrof gneisgranit. Denna är närmast glimmerskiffern fin, granulitisk och tydligt skiktad. På ett ställe, der kontakten mellan glimmerskiffern och gneisgraniten var blottad, tycktes båda bergarterna vara liksom sammanrörda med hvarandra. Den i fråga varande glimmerskiffern torde derför icke tillhöra Seveskiffrarne, utan snarare böra hänföras till urberget.

Af de nu anförda exemplen torde framgå, att den normala lagerföljden inom Åreskiffrarne, sådana de äro utbildade på vestra sidan om Trondhjemsfältet, i stort taget är:

[1] Skiffern vid Almli består öfvervägande af kvarts och dels grönbrun, dels hvit glimmer, den senare öfvervägande. Derjemte förefinnes dock ej obetydligt fältspat, mestadels ortoklas, men äfven något plagioklas. Enstaka ortoklaskorn äro jemförelsevis stora. Vidare förekomma ymnigt korn af epidot, hvilka äro lika primära som bergartens öfriga beståndsdelar, samt temligen sparsamt fjäll af grafit.

Skiffern vid Stornæset V. om Stadsbygden liknar mycket den vid Almli, men innehåller utom de nämnda beståndsdelarne äfven talrika korn af titanit, mindre talrikt sådana af apatit och zirkon, bådadera med afrundade former. I epidotkornen finnes stundom en kärna af ortit.

Brun glimmergneis;
Hornblendeskiffer;
Glimmerskiffer eller gneisskiffer.

Inom ett hithörande parti, beläget SO. om Levanger, äro förhållandena dock något afvikande. I fjället Skjötingen uppträder här en grå eller grönaktig, glimrig, granatförande gneis, påminnande om den bruna glimmergneisen Ö. om Örkedalsfjorden, men ännu gröfre och mera urgneislik. Den hvilar med flackt läge på en mörk hornblendeskiffer lik den bland Seveskiffrarne vanliga, men under denna följer ej, såsom man kunde vänta, kvartsig glimmerskiffer, utan en temligen lös, ljus glimmerskiffer med nålar och kärfvar af hornblende. Bergarten liknar fullkomligt den hornblendeglimmerskiffer eller kärfskiffer, hvilken har så stor utbredning i Trondhjemsfältets understa led, eller Rörosskiffrarne. En sådan hvilar ock i söder *ofvanpå* Skjötingens gneis. Den undre hornblendeglimmerskifferns lagerställning är flackt kupolformig. Rundt kring den sluter sig hornblendeskiffern. Gneisen och den öfre hornblendeglimmerskiffern följa sedan, dock blott på partiets södra sida. Det hela bildar ett genom de omgifvande Trondhjemskiffrarne uppstickande öformigt parti, såsom af kartan närmare synes. Under sådana förhållanden är det knappt tänkbart, att hornblendeskifferns öfverlagring öfver den undre hornblendeglimmerskiffern skulle vara abnorm, utan måste denna senare antagas här bilda en inlagring i Åreskiffrarne. Såsom en motsvarighet till denna hornblendeglimmerskiffer skulle möjligen kunna anses den lösa, ljusa glimmerskiffer, hvilken — såsom ofvan nämndes — uppträder mellan hornblendeskiffern och kvartsitskiffern S. om Leksdalsvand. För öfrigt finnas analoga bildningar äfven på ett par andra ställen, såsom längre fram skall omtalas.

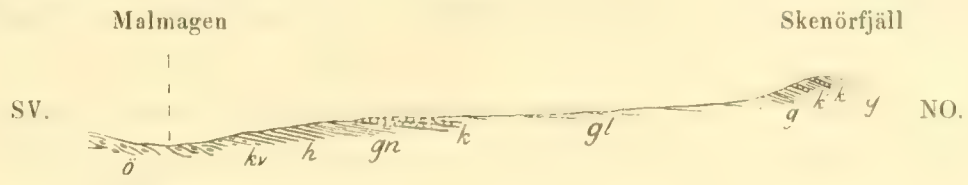
Åreskutan och dess omgifningar. Nedanför östra foten af Åreskutan uppträda glimmerskifferartade bergarter, mestadels ljusa, än småbuckliga, än mera jemnskiffriga. Ofvanpå dem följer en zon af öfvervägande hornblendeskiffrar. Den sträcker sig rundt kring fjället och utgör dettas egentliga fot såväl i N. vid Huså som i S. vid Åre. Öfverlagrande hornblendeskifferzonen och bildande fjällets hela öfre del uppträda gneisiga bergarter, dels brun, granatförande glimmergneis (Åregneis),[1] dels hornblendegneis. Här återfinnes således samma lagerföljd: glimmerskiffer, hornblendeskiffer och gneis, som vi sett vara den normala hos motsvarande skiffrar V. om Trondhjemsfältet. Sagda lagerföljd gäller dock blott i stort; i smått förekomma ofta vexlingar. Så t. ex. finnes på Åreskutans norra sida ett lager af kvartsig glimmerskiffer mellan hornblendeskifferzonen och gneiszonen, och i hornblendeskiffrarne vid Åre uppträda ofta inlagringar af glimmerskiffer, dels hårdare dels lösare. Uppstigande till gneiszonen möter man här först brun, glimmerrik, granatförande gneis (Åregneis) samt en kvartsigare, likaledes granatförande gneis. Sedan följer en mäktig bildning af en mörk, gröngrå, grynig, hornblendeförande bergart. De mörkare partierna af denna äro pyroxenförande, innehållande både hypersten och omphacit, och likna mycket s. k. pyroxengranulit. Högre upp följer åter Åregneis, hvilken sedan fortsätter till nära toppen, som består af hornblendeförande och delvis äfven pyroxenförande

[1] Accessoriskt innehåller Åregneisen vanligen äfven sillimanit och grafit.

gneis. Dessa Åreskutans lager äro ofta starkt veckade och vresiga; i det hela är dock stupningen inåt fjället.

Skiffrar af de nu omnämndas typ, Åreskiffrar, hafva — såsom redan nämndt — en betydlig utbredning i vestra Jemtland och nordvestra Herjedalen. I det stora hela kan sägas, att deras understa länk — glimmerskifferzonen — är mäktigare mot öster, hornblendeskifferzonen deremot mot vester. Der denna senare är som mäktigast utbildad, såsom

Fig. 27. Profil från Malmagen mot NO. Längdskala 1 : 100000.



ö ögongneis; *kv* kvartsskiffer; *h* mörk hornblendeskiffer; *gn* glimmerskifferartad gneisskiffer; *k* ljusgrå, sandig, kristallinisk kalksten med fyllitlameller; *gl* ljus, grönaktig kvartsig glimmerskiffer, ofta mör och något kalkig; *g* mörkare och ljusare gröna skiffrar; *k'* grå eller blågrå kristallinisk kalksten; *k''* ljus, dolomitisk kalksten.

t. ex. i Sylfjällen och i det något vestligare belägna Öiefjeld, utgöres den till en väsentlig del af rena amfibolitstenar. Gneiszonen synes mot S. förändra sin petrografiska karaktär och öfvergå i kalkiga, stundom kloritiska glimmerskiffrar. Sådana hafva stor utbredning i trakterna kring Mittådalen och sträcka sig derifrån mot SV. till inemot Malmagen, der de hvila på Åreskiffrarnes amfibolitzon, hvilken här är tydligt, ehuru föga mäktigt utbildad. Se ofvanstående profil. Dessa skiffrars ställning har varit olika uppfattad. I »Hochgebirge» hänförde jag dem — om än med någon tvekan — till Åreskiffrarne. Torell och Vogt [1] ansågo dem senare på grund af petrografiska skäl böra hänföras till Rörosskiffrarne, en uppfattning, hvilken jag en tid var böjd att åtminstone till en del biträda. Då det emellertid ej hittills lyckats att afgränsa de i fråga varande skiffrarne från de omgifvande Åreskiffrarne, anser jag nu — liksom år 1873 — sannolikast, att de äro en faciesbildning af dessa skiffrars öfversta zon. [2]

Vester utmed sjön Torrön i Jemtland stryker en grof, grönaktig, temligen lös, småbucklig glimmerskiffer. Den utbildar sig på sina ställen, såsom vid Kålåsen och Äcklingeedet, till hornblendeglimmerskiffer om än ej fullt typisk. Efter Hoberg vid Torrön kunna vi benämna denna skiffer »Hobergskiffer». Den har en flack stupning mot V., och åt detta håll följa sedan med samma stupning först ljusa glimmerskiffrar, delvis temligen granulitiska, och sedan en mäktig serie af amfibolitskiffrar, i hvilka dock gneisiga inlagringar ofta förekomma. Först närmare riksgränsen öfverlagras amfibolitskiffrarne af ren Åregneis. Norr om Gråsjön (NV. om Kallsjön) finnes äfven Hobergskiffer. Den ligger här mellan en vackert skiktad, glimmerskifferartad bergart och amfibolitskiffrarne, såsom profilen fig. 28 visar.

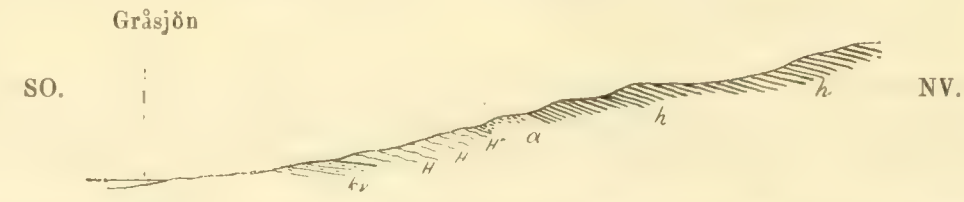
Så vidt man af i dessa trakter synliga lagerföljder kan döma utgör Hobergskiffern således en inlagring i Åreskiffrarnes understa led, och det ligger då nära till hands att

[1] Torell, Aflagringarne på ömse sidor om riksgränsen, s. 250.
[2] Äfven Högbom hänför i fråga varande skiffrar till Åreskiffrarne. Jemtlands län, s. 37.

parallelisera den med den förut omnämnda undre hornblendeglimmerskiffern SO. om Levanger.

En skiffer, som mycket liknar Hobergskiffern, har en ej obetydlig utbredning i Finlierna.[1] Norr om öfre delen af sjön Lenglingen förekommer der en ljus, glimmerskifferartad bergart i vackra hällar fallande flackt NO. Högre upp följer först en hård glimmerskiffer med lager af hornblendeskiffer och sedan en grof, bucklig glimmerskiffer stundom med små mörka granater och uppfylld af kvartskörtlar. Det är denna skiffer, som liknar Hobergskiffern. Den bildar hela fjället ofvanför Sörli, och dess mäktighet här torde vara minst 400 m.[2] Samma skiffer förekommer äfven i östra delen af Tjalfjället och NO. om Guspiggen.[3]

Fig. 28. Profil från Gråsjön mot NV.



kv högfjällskvartsitlik glimmerskiffer; *H* Hobergskiffer, grof, temligen lös, brunaktig; *H'* Hobergskiffer med hornblendeglimmerskiffer; *H''* Hobergskiffer med kalkiga lager; *a* fin, föga skiffrig amfibolit med lager af glimmerskiffer; *h* hornblendeskiffer med lager af grof, gneisig glimmerskiffer.

Bland inlagringar i Åreskiffrarne må vidare omnämnas de visserligen ej talrika men dock flerstädes förekommande kalkstenarne. De äro i regeln temligen starkt kristalliniska och till färgen gulhvita, gråhvita eller blågrå. De synas förekomma på något olika nivåer, dock företrädesvis i Åreskiffrarnes lägre del. Ett par finnas i norra slutningen af Åreskutan; en ganska betydande beskrifves af HÖGBOM från trakten N. om Kall. Andra förekomma N. om vestra ändan af Anjan och vid Gånelfvens utlopp i Torrön. Den på sist nämnda ställe är mestadels blågrå, stundom hvit, och starkt veckad. Dess liggande utgöres af en finkornig grönsten, som har utseende af att vara en dioritiserad diabas, dess hängande af brunaktig glimmerskiffer vexlande med hornblendeskiffer.

Hummelfjeld och dess omgifningar. Det största Åreskifferfältet på norska sidan finnes S. om Röros. Till detsamma höra några temligen betydande fjäll, såsom Hummelfjeld, Kollet-Volen och Storkletten. Här synes glimmerskifferzonen, som eljest plägar utgöra Åreskiffrarnes nedersta länk, helt och hållet saknas eller ock vara blott föga utbildad. Omedelbart på urberget, som här framsticker dels i Bryedalen och dels på ett ställe öfverst vid Galåen V. om Narbuvold, hvilar nemligen en temligen mäktig serie af amfibolitskiffrar, dels mörka, liknande de i Åreskiffrarne vanliga, dels finare och något ljusare. Sådana skiffrar äro t. ex. rådande i dalen mellan Narsjön och Narjordet. I dem finnas dock der och hvar gröfre partier, som hafva utseende af pressade grönstenar. Vid Bre-

[1] Så benämnes en trakt i Norge N. om vestra Jemtland. (Se orienteringskartan tafl. 2.)

[2] Enligt benäget meddelande af K. HAUAN följer högre upp hornblendeskiffer och slutligen brun glimmergneis (Åregneis).

[3] En ljus, småbucklig glimmerskiffer, som i viss mån liknar Hobergsskiffern, men är något ljusare och hårdare, förekommer flerstädes i Åreskiffrarnes nedersta del, så t. ex. i Åreskutan och i Renfjället. Möjligen är småbuckligheten blott ett tryckfenomen.

dalslien öfverlagras amfibolitserien af en temligen mäktig fyllitbildning. Högre upp kommer kvartsig glimmerskiffer med underordnade lager af grå fyllit, stundom mörk och med mörkt streck. SO. om Bredalslien, kring Röbækken, synes fylliten vara ersatt af en kvartsitskiffer, som på ytan stundom något liknar blåkvarts. I tvärbrott visar den dock ej klastisk utan fingrynig, kristallinisk textur. Äfven i fjällsluttningen V. om Nördalen träffas kvartsitskiffer med små inlagringar af grå fyllit. Högre upp följer en brunaktig, gneisig glimmerskiffer, som påminner om Åregneis, men är något finare. Ofta är den vackert skiktad. Denna bergart är den rådande i Hummelfjeld. I denna trakt saknas således, såsom nämndt, Åreskiffrarnes glimmerskifferzon, under det att deras amfibolitzon och gneiszon äro representerade. Men mellan dessa är inskjuten en zon af kvartsitskiffer och fyllit. Det finnas visserligen inga bestämda fakta som häntyda på, att denna zon ej skulle intaga sin normala plats i lagerföljden; dock äro — såsom längre fram skall närmare omtalas — de allmänna förhållandena i trakten sådana, att abnorma lagringsförhållanden lätt kunna misstänkas.

Åreskiffrarnes förhållande till sparagmitformationen. I »Hochgebirge» framställde jag Åreskiffrarne såsom nära geognostiskt förbundna med sparagmiterna, men i det stora hela öfverlagrande dem.[1] Att jag redan då kommit till denna uppfattning berodde emellertid egentligen blott på en lycklig tillfällighet, den nemligen, att jag redan vid mina första undersökningar i fjällen lärde känna i fråga varande bildningar just i de trakter, der deras sammanhörighet är mest påtaglig, nemligen i norra Herjedalen och angränsande del af Jemtland. I Norge skulle det svårligen hafva varit möjligt att komma till samma resultat. Der Åreskiffrar och sparagmit der komma i kontakt med hvarandra, nemligen på sträckningen mellan Bryedalen och Hådalen, är gränsen mycket skarp och intet spår till öfvergångar mellan båda bildningarne kan der upptäckas. Detta beror emellertid, såsom numera kan ses, derpå, att mellan båda ligger ett stort öfverskjutningsplan, såsom längre fram skall visas.

I trakten SO. om Storsjön i Herjedalen äro ljusa finkorniga sparagmiter och sparagmitsandstenar rådande. Så t. ex. i Hånvålen, Löfkläppen, Serffjället m. fl. fjäll. Bergarterna äro här vanligen temligen starkt pressade, såsom visas af deras ofta något sega, liksom tågiga brott, men de äro dock ej egentligen skiffriga och kunna ingalunda kallas glimmerskifferartade; deras klastiska natur är omisskännelig. Vestligare, i Högrenvålen och Flatruet, har bergarten en viss likhet med den i de nämnde östligare fjällen, men är något glimmerskifferartad. Enstaka, relativt större, så att säga porfyriska fältspatkorn med klastiskt utseende, sådana som äro så vanliga i vissa sparagmitvarieteter, kunna der och hvar urskiljas, men bergarten i dess helhet har en glimmerskifferartad habitus och är rik på hvit glimmer i helt små fjäll; äfven små mikroskopiska korn af epidot, sådana som nästan konstant finnas i den glimmerskiffer, som utgör Åreskiffrarnes nedersta led, äro här närvarande. Någon gräns mellan denna glimmerskifferartade sparagmit och de otvifvelaktiga sparagmiterna i öster kan ej uppdragas, och fortsätter man mot V. möter man allt renare glimmerskiffrar, i hvilka snart brun glimmer börjar ingå jemte den ljusa. En

[1] Sid. 31.

dylik öfvergång från omisskänneligen klastiska bergarter till rent kristalliniska kan man äfven iakttaga i trakten SV. om Sällsjön (S. om Mörsill). I den här belägna Håckervålen anstår ljus, finkornig och vackert lagrad men starkt förskiffrad sparagmitsandsten, hvilken dock mot V. snart blir mer och mer glimmerskifferartad.

Långt vester om de trakter, som nu blifvit omnämnda, och inom Åreskiffrarnes typiska fält, kan man påträffa bergarter, hvilkas släktskap med sparagmit är påfallande. Nära riksgränsen, N. om sjön Glän (NO. om röse 149) finnes en bergart, som i sin hela habitus påminner om högfjällskvartsit, men är starkt glimmerskifferartad. När bergarten är finkornig, har den utseende af att vara rent kristallinisk, men i de gröfre lagren framskymtar dess ursprungligen klastiska struktur. Bergarten innehåller då på sina ställen korn med 4 à 5 mm. tvärmått af violettbrun fältspat, sådana som flerstädes äro vanliga i ljus sparagmit, och i de undre lagren, i närheten af den underliggande ögongneisen, kunna 2 à 3 cm. långa, vittrade fältspatbitar förekomma, hvilka se ut som om de härrörde från ögongneisens fältspat. Att döma efter stupningen underlagrar denna glimmerskifferartade sparagmit den östligare uppträdande hornblendeskiffern, hvilken gifvet tillhör Åreskiffrarne.

Ofvan nämndes, att i Norge Åreskiffrar och sparagmit äro skarpt skilda från hvarandra genom ett öfverskjutningsplan. Der finnes dock en trakt, hvarest sparagmitens öfvergång mot V. i glimmerskiffer ganska väl kan följas, och om än ej de egentliga, typiska Åreskiffrarne här förekomma, äro dock förhållandena mycket instruktiva i fråga om sambandet mellan Sevegruppens klastiska och kristalliniska facies.

Den ögongneis, som öster om Jetta fjeld uppsticker i öfre Gudbrandsdalen, bildar en starkt uppressad och viken sadel, mot hvars brantare södra sida stöder sig ett mäktigt och groft konglomerat, som särdeles väl är blottadt i chausseen NV. om Laurgård, Rustens bekanta konglomerat. Dettas grundmassa är starkt metamorfoserad med riklig nybildning af muskovit. Bollarne bestå öfvervägande af gneisgranit, men derjemte förekomma äfven sådana af finkorniga gneiser och kvartsiter. Söder om konglomeratet anstår vacker kvartsit af högfjällskvartsitens typ, men delvis med ett mera kristalliniskt än klastiskt utseende. I dessa lagers fortsättning mot SO., S. om Formokampen, är bergarten närmast gneisen utbildad såsom en ganska typisk sparagmit, S. om hvilken följer röd och gulhvit, delvis kalkig sparagmitsandsten. Trots deras temligen starkt metamorfiska beskaffenhet är det alltså otvifvelaktigt, att bergarterna vid Laurgård tillhöra sparagmitformationen, och Rustens konglomerat är att betrakta såsom dennes bottenbildning på detta ställe.

Mot V. blir metamorfismen ännu mer utpräglad. Norr invid den nämnda ögongneisen vid Rusten förekommer något V. om Hövrings säter åter konglomerat af i det hela samma typ som Rustens, men med en än starkare metamorfoserad grundmassa. Vidare mot NV., i Kuven och Vesslefjeld, uppträder en grof, glimmerskifferartad bergart, i hvilken visserligen der och hvar spår af klastisk struktur ännu kunna skönjas, men som dock i det hela är vida mer lik en glimmerskiffer än en sparagmit. Men att den dock ursprungligen tillhört samma aflagring som den längre i SO., S. om Formokampen, befintliga sparagmiten, det visar dess läge i förhållande till det underliggande konglomeratet.[1] Konglomeratet och kvartsiterna vid Rusten representera ett mellanstadium

[1] På sina kartor sammanför äfven KJERULF Kuvens glimmerskiffer med sparagmitfältet. Jfr äfven A. E. T. Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet, sid. 29.

mellan de ännu rent klastiska lagren S. om Formokampen och de nästan rent kristalliniska i Kuven.

Nordligare, N. om Drivstuen i Drivdalen, finnes en kvartsig, glimmerskifferartad, vackert skiktad bergart, hvilken till sin yttre habitus mycket påminner om högfjällskvartsit. Ännu något nordligare, S. om Ålbu, V. om Opdal, uppträder en ganska mäktig dylik bildning, här öfverlagrad af hornblendeskiffer. Härmed är en anslutning vunnen till de analoga bildningar, hvilka — såsom förut nämndt — finnas vid Trondhjemsfjorden.

Af det nu rörande sparagmitformationens och Åreskiffrarnes ömsesidiga förhållande anförda synes framgå, att ljusa och rödaktiga sparagmiter, hvilka efter all anledning tillhöra den öfre sparagmitafdelningen, mot vester öfvergå i den glimmerskifferbildning, som utgör Åreskiffrarnes understa led. Till dessas nästa led, amfibolitskiffrarne, finnes ej någon motsvarighet i sparagmitformationen. Häraf torde man dock ej vara berättigad att såsom gifvet antaga, att amfibolitskiffrarne med den öfverliggande Åregneisen m. m. äro yngre än hela denna formation. Amfibolitskiffrarnes uppkomst bör antagligen tänkas i samband med grönstenseruptioner under Sevegruppens tid, och dessa eruptioner kunna hafva pågått inom ett område, under det att sparagmiternas bildning samtidigt fortgick inom ett annat. Frågan om huruvida de yngre Åreskiffrarne äro samtidiga med eller möjligen något yngre än den yngsta delen af sparagmitformationen må derför tills vidare lemnas öppen.

Några drag ur Sevegruppens bildningshistoria. Sedan vi nu gjort någon bekantskap med Sevegruppen i dess olika utbildningsformer inom skilda delar af vårt område, torde det vara af intresse att se till, huruvida några slutsatser, om än hypotetiska, kunna dragas rörande de förhållanden, under hvilka denna grupps aflagringar bildades.

Den petrografiska beskaffenheten af sparagmitformationens hufvudbergarter sammanställd med dessas stora mäktigheter visar, att aflagringen måste hafva skett under en sänkningsperiod, då en af sekulär vittring starkt angripen urbergsgrund småningom sjönk ned i hafvet. Denna urbergsgrund bestod mestadels af eruptiva bergarter, granit och porfyr, och måste antagas hafva varit ganska ojemn, dels i följd af förutgången erosion, men sannolikt äfven i följd deraf, att nämnda bergarter på grund af sjelfva sitt uppkomstsätt ursprungligen bildade en ojemn yta.

De första aflagringar, som afsattes under den börjande sänkningsperioden, d. v. s. de äldre inom den undre sparagmitafdelningen, samlades hufvudsakligen inom ett jemförelsevis mindre bäcken. Vi veta, att dessa aflagringar hafva en betydande mäktighet i trakterna kring nedre Gudbrandsdalen och derifrån mot Ö. till Klarelfdalen, men att de från detta område utåt tunna hastigt utaf åt alla håll. Mot SV., i nedersta delen af Dokkas dal, är den undre sparagmitafdelningen representerad af blott en föga mäktig skifferbildning, och längre mot V. har den icke blifvit observerad; mot S. försvinner den likaledes hastigt, äfven här öfvergående i jemförelsevis föga mäktiga skiffrar. Mot N., och isynnerhet mot NO., kan den spåras längre; mest utbredd är här dess öfversta länk, Birikalken, hvilket torde hafva sin förklaring deri, att under dennes bildningstid en hastigare

sänkning hade inträdt. Birikalkens petrografiska karaktär häntyder ju på ett något djupare aflagringsbäcken.

Birikalken liknar ganska mycket vissa siluriska kalkstenar och synes vara i lika hög grad som de egnad att bevara lemningar af organismer. Men sådana har man dock hittills aldrig i den funnit, trots mycket eftersökande. I vissa lager är Birikalken dock temligen bituminös, så bituminös t. o. m., att den vid rifning luktar likt orsten, om än svagare. Då det svårligen kan tänkas, att dess bitumenhalt skulle vara sekundärt tillkommen, måste man antaga den härröra från organismer, som lefvat under Birikalkens bildningstid. De mörka, alunskifferartade lager, hvilka så ofta förekomma äfven i den undre sparagmitafdelningens lägre del, häntyda t. o. m. på, att organismer funnits redan under Sevegruppens första skede. Men alla dessa organismer måste hafva haft en byggnad, som saknade hårda delar, och af hvilken intet kunnat bevaras i fossilt tillstånd.

De jemförelsevis lugna förhållanden, under hvilka Birikalken uppstod, synas hafva blifvit afbrutna af någon katastrof, hvarigenom en annan tingens ordning inleddes. Till en början inträdde partiela höjningar; de redan bildade lagren blefvo delvis eroderade och möjligen äfven något veckade, men snart återtog sänkningen sin gång och nya aflagringar afsattes, hvilka, i mån som sänkningen fortgick, transgrederade de äldre. I dessa nya aflagringar ingick nu material från så väl de äldre sedimentära bergarterna som från urberget. I den öfre sparagmitafdelningens bottenkonglomerat ingå, jemte bollar, som härröra från den äldre sparagmitafdelningen, äfven en mängd sådana af urbergsbergarter, och samma afdelnings hufvudbildningar, sparagmiterna, hafva tydligen uppkommit af material, som måste antagas härröra från sekulärvittradt urberg. Sådant måste följaktligen hafva funnits i aflagringsområdenas närhet, icke blott i S. och Ö., der större landmassor då sannolikt utbredde sig, utan äfven i N. och NV., men der antagligen i form af större och mindre öar i den yngre sparagmittidens haf. Den öfre sparagmitafdelningens kontakter med granitpartierna inom dess område, så t. ex. den förut, sid. 43, beskrifna S. om Oursjö-bæksætern, gifva ett direkt stöd åt detta antagande.

Längre mot NV., utanför de nämnde öarne, synes en större hafsvidd med andra förhållanden hafva förefunnits. Der var sedimenttillförseln till en början mycket ringa. Den äldre sparagmittidens afsättningar tyckas ej hafva sträckt sig hit, åtminstone äro sådana ej kända, ty närmast på urberget ligga här Åreskiffrarne, och dessas understa länk, den hårda glimmerskiffern, motsvarar, såsom nämndt, antagligen den öfre sparagmitafdelningens ljusa sparagmit. Mellan sagde glimmerskiffer och urberget finnes — så vidt hittills kändt — ej spår af konglomerat. Det synes derför som om under den äldre sparagmitafdelningens tid, och likaså under Dalasandstenens, här varit haf och så långt till land, att intet sediment nådde hit, och då på den tiden inga organismer funnos, som kunde gifva upphof till hafsaflagringar, kunde ej några afsättningar här uppkomma. Först genom de rörelser, som inledde den öfre sparagmitafdelningens tid, och hvilka orsakade denna afdelnings mäktiga bildningar, fördes något sediment ut så långt mot NV. som till Trondhjemsfjordens nuvarande omgifningar. Till detta från urbergen härstammande material kom snart ett annat, det nemligen, som nu bildar Åreskiffrarnes mäktiga länk af amfibolitiska bergarter. Det torde väl med all sannolikhet kunna antagas, att detta material härrörde från grönstenseruptioner under Åreskiffrarnes tid, och dessa eruptioner skedde väl, åt-

minstone delvis, under hafvet. Eruptionspunkterna torde ej numera kunna med någon säkerhet bestämmas, men de amfibolitiska bildningarnes stora utbredning visar, att eruptionerna ej egde rum på några få, utan på flera och spridda ställen, och det låter då tänka sig, att genom de eruptiva processernas inverkan förhållandena inom det omgifvande aflagringsområdet blefvo så förändrade, att afsättningarne der antogo kristallinisk utbildning.

När hufvuddelen af de eruptiva processerna var afslutad, blef det tillförda materialet på ett mera genomgripande sätt kemiskt och mekaniskt bearbetadt af vattnet. Då grönstensmaterial i allmänhet blir på sådant sätt bearbetadt, uppkommer ett lerigt slam, och sådant torde äfven hafva bildats här, men det bibehöll ej sin ursprungliga natur, utan undergick en metamorfos, antagligen beroende på samma metamorfoserande krafter, som betingat de amfibolitiska bergarternas metamorfosering, och gneisartade skiffrar uppkommo (Åregneis).

Siluriska bildningar.

Dessa trakters siluriska bildningar förete rätt betydande faciesolikheter. I stort taget kunna de först och främst delas i tvenne stora hufvudfacies, nemligen å ena sidan kalkstens- och försteningsrika och å den andra kalkstens- och försteningsfattiga. De förra uppträda vid eller i närheten af sparagmitfältets gräns i S. och Ö., de senare deremot på något afstånd mot N. och V. från samma gräns. På grund häraf kan man för korthetens skull beteckna de kalkstensrika silurbildningarna såsom *den östliga*, de kalkstensfattiga såsom *den vestliga silurfacies*. En vidare skiljaktighet mellan dessa båda silurfacies är, att i den vestliga de lager, hvilka antagligen bildades under primordialtiden och den äldre undersiluriska tiden, äro — så vidt hittills kändt — försteningslösa, och de kalkstenar, som i dem förekomma, äro kristalliniska. Först i de öfre undersiluriska lagren börja försteningar att visa sig. Bland silurbildningarna med vestlig facies utmärker sig ett stort område, Trondhjemsfältet, från de öfriga genom en säregen karaktär, berode på ymnigt uppträdande grönstenar och dem åtföljande gröna lagrade bergarter.[1]

Siluriska bildningar inom södra och östra delarne af kartområdet.

Det stora silurområde, som utbreder sig i Valders och derifrån mot NO. och N. genom Svatsum till Fron i Gudbrandsdalen, tillhör i det stora hela den vestliga facies. De rådande bergarterna äro nemligen der lerskiffer och fyllit med inlagringar af dels mörka skiffrar och dels grå sandsten och sandstensskiffer samt stundom blåkvarts. Endast längst i S. märkes ett närmande till den östliga facies. Här förekomma nemligen N. om Strandefjord, enligt hvad Reusch påvisat,[2] mörka kalkstenar med primordialförsteningar såsom inlagringar i den rådande lerskiffern. Sådana kalkstenar äro eljest främmande för den vestliga silurfacies, men deremot allmänna i den östliga. Längre i N., i Vestre Gausdal och S. om Fron, har Björlykke flerstädes funnit graptoliter hänvisande på etagerna 3 och 4.[3] De skiffrar, hvari dessa graptoliter förekomma, ligga nästan i bottnen af skiffer-

[1] Den större petrografiska vexling, som i följd häraf utmärker Trondhjemsfältet gent emot de öfriga silurfälten, har för detsamma nödvändiggjort en längre gående indelning och följaktligen ett i viss mån särskildt färgskema på kartan. I fråga om de öfriga silurfälten har på denna östlig och vestlig facies angifvits blott genom utmärkande af i hvilka trakter kalkstenar allmännare förefinnas.

[2] Geol. Optegnelser fra Valders.

[3] Graptolitförende skifere i Vestre Gausdal. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område. Bland här funna graptoliter må nämnas: *Didymograptus geminus* His.; *D. pusillus* Tullb.; *Diplograptus teretiusculus* His.; *Pterograptus elegans* Holm; *Tetragraptus bryonides* Hall.

serien i dessa trakter, hvaraf synes framgå, att den lägre delen af undersilur här är föga eller alls icke utvecklad.[1] Härmed står antagligen det förhållande i samband, att i Fron och Gausdal gränsen mellan skifferserien och den underliggande blåkvartsen eller kvartsiten är ganska bestämd, då deremot blåkvartsen i Valders med dess ofta ganska mäktiga skifferinlagringar ingalunda kan sägas vara bestämdt afgränsad mot skifferserien. Den är tvärtom, såsom förut nämndt, nära förbunden med denna genom vexellagringar.

De flera större och mindre silurpartier, hvilka ligga inströdda i sparagmitfältet från Tunsåsen i Bruflat mot Ö. till Mjösen, tillhöra alla den östliga facies och bestå öfvervägande af alunskiffer med primordialförsteningar samt ortocerkalk, således et. 2 och 3. De vestligare af dessa silurpartier omgifvas närmast af blåkvarts, men denna blir mot Ö. allt mindre mäktig och är kring Mjösen föga utbildad.

I de stora silurfälten kring Mjösen ingå — såsom redan länge bekant — både under- och öfversilur.[2] För utvecklingen af denna senares lägre del samt de närmast underliggande lagren af sparagmitformationen är trakten kring Ringsaker upplysande. Lagerföljden är här:[3]

Ortocerkalk;
Phyllograptusskiffer;
Ceratopygekalk;
Alunskiffer med orsten (*Olenus*-nivån);
Alunskiffer med orsten (*Paradoxides Tessini* nivån);
Mörk lerskiffer med blåa kalkstenskörtlar (*Parad. ölandicus* nivån);
Grå lerskiffer med *Olenellus Kjerulfi*;
Mörkgrå kvartsit i tunna lager vexlande med grå eller gröngrå lerskiffer;
Tjockbankad sandsten af vexlande färg, blå, grå, hvit och rödfläckig.

I nordvestlig riktning från Mjösens silurfält finnes en mängd små silur-rester inom eller utmed sparagmitfältet ända upp till det stora jemtländska silurområdet. Dessa små silur-rester, hvilka alla tillhöra den östra facies, torde förtjena att här uppräknas.

Vester om Glommen märkas de små förekomsterna vid Brumund sæter, Öxna och Kletten. Vid Brumund sæter är blott undersilur (et. 3) funnen,[4] vid Öxna blott primordial,[5] vid Kletten bådadera.[5] Vid östra Glommenstranden, SO. om Åsta station, förekommer litet alunskiffer och undersilurisk kalksten inklämda vid en förkastning mellan

---

[1] I bottnen af samma skifferserie ligger äfven, enligt min uppfattning, den vid Bål sæter S. om Norekampen (SO. om S. Fron) förekommande kalkstenen. Rörande denna har BJÖRLYKKE emellertid uttalat en annan åsigt; han anser den nemligen böra paralleliseras med Birikalken (se litteraturen). Kalkstenen ligger på gränsen mellan blåkvarts i S. och Norekampens skiffer i N. Denna senare förklarar BJÖRLYKKE »tilhörer utvivlsomt den ældre sparagmitformation» (G. F. f. 16. 65). Vore detta påstående riktigt, då hade B:s uppfattning om kalkstenen möjligen något skäl för sig, men vid ett förnyadt besök på stället lyckades det mig lika litet som förut att skilja Norekampens skiffer från skifferfältet i V., hvilket genom B:s egna graptolitfynd blifvit bestämdt såsom siluriskt. Det är mig derför fortfarande omöjligt att sammanställa kalkstenen vid Bål sæter med Birikalken.

[2] I Brumunddalen, N. om Mjösens östligare arm, finnes ett litet fält af röd och gul sandsten, hvilken sannolikt är af devonisk ålder. (Jfr BÄCKSTRÖM, Rhombenporphyr aus dem Brumunthale, s. 14.)

[3] Efter BRÖGGER, »Parad. ölandicus-nivået ved Ringsaker», och MÜNSTER, »Reiser i Mjøsegnene».

[4] Se bl. Åmåt och SCHIÖTZ, Om nogle undersiluriske levninger.

[5] BRÖGGER, G. F. f. 2. 572. SCHIÖTZ, l. c. 264.

sparagmitformationen och urberget.[1] Nordligare, vid östra stranden af Storsjön i Rendalen, fann N. O. Holst 1887 alunskiffer med primordialförsteningar inklämd mellan sparagmitbergarter.[2] Omkring 20 km. NO. om detta ställe ligger (NV. om Skarvberget) en helt liten förekomst af ortocerkalk, först påvisad af Kjerulf och sedan närmare undersökt af Meinich.[3] Öster härom vid Klarelfven finnas vid foten af det redan i det föregående omnämnda bekanta Högberget undersilurisk kalksten och skiffer anstående.[4] Omkring 7 km. S. om Högberget befinner sig den lilla först af Schiötz påvisade förekomtens af ortocerkalk vid Skjærbækken.[5]

Vid Tværåen, Ö. om norra ändan af Osen, har Schiötz funnit spår af undersiluriska lemningar och längre mot SO., något NO. om Vestby, fann jag en obetydlig kalkstensförekomst, i hvilken påträffades ett par otydliga ortocerer.[6] Vid Lobækken i Övre Engerdalen förekommer enligt Schiötz en skiffer med otydliga försteningar.[7] Samme författare angifver äfven ett par små silurförekomster i trakten Ö. om södra delen af Fæmunden.[8] Han har vidare påvisat ortocerkalk vid Veltbu, V. vid riksgränsen, och primordialförsteningar i en skiffer S. om Flötningen på svenska sidan.[9] År 1882 fann jag orsten med *Agnostus parvifrons* i en nästan uteslutande af alunskiffergrus bestående grusbacke vid Skärvagsgården, och dylika bildningar finnas äfven anstående något östligare i Knallbergen, hvarest enligt blocken äfven förekommer kambrisk sandsten.[10] Vidare mot NO. äro inga försteningsförande lager kända förr än de mycket omtalade i Glötetrakten[11] och de i Råndalen.[12] Sedan följa ett par små vid Viken, samt slutligen de vid Klöfsjö och Åsarne, hvilka sist nämnda sammanhänga med det stora jemtländska silurfältet. I förekomsterna vid Glöte, Råndalen och Viken ingår blott undersilur, företrädesvis ortocerkalk, men primordial synes saknas.[13] Sådan finnes deremot så väl i SV. som i NO., nemligen

---

[1] Se profil fig. 11, sid. 30. Några från detta ställe tagna stuffer hade D:r G. Holm den godheten att granska i paleontologiskt hänseende. Han fann bland dem:

Ceratopygekalk, innehållande *Symphysurus socialis*, Linrs., säkert bestämbar, samt ett fragment, sannolikt af *Euloma ornatum* Ang.

Olenidskiffer (*zonen med Peltura*). Fragment af *Peltura* och *Spherophtalmus* kunna med bestämdhet urskiljas, men artbestämningen är omöjlig. Troligen är det de allmännaste arterna, *P. scarabeoides*, Wahlenb., samt *S. alatus* Boeck. Fossil synliga i genomsnitt, men ej bestämbara. Enligt bergartens och fossilens habitus synas de tillhöra den lägre delen af *ortocerkalken* (*Vaginatkalken*).

[2] O. Torell, Aflagringarne på ömse sidor om riksgränsen, s. 249.

[3] Dagbog fra en reise i Trysil.

[4] Schiötz, Sparagmit-kvarts-fjeldet i den östlige del af Hamar stift, Nyt Mag. Bd. 20, s. 68.
Meinich, l. c., s. 20.

[5] Nyt Mag. Bd. 20, s. 17.

[6] Kalksten skall äfven finnas något sydligare i närheten af Rödbueknap sæter, äfvensom vestligare S. om Bagsjöberg, Ö. om Osensjö, men huruvida dessa kalkstenar äro siluriska eller äldre, är mig obekant.

[7] Oiegneisen i Sparagmitfjeldet.

[8] N. M. Bd. 27, kartan.

[9] Sp.-kv.-fjeldet langs grænsen, s. 16.

[10] Se H. Hedström, De kambriska bergarternas läge vid Knallbergen, Idre. G. F. f. Bd. 18, s. 69.

[11] A. E. T. Hochgebirge, s. 33. Om Vemdalsqvartsiten. Svenonius, Vemdalskvartsiten. Högbom, Qvartsit-sparagmit-området. Schiötz, Sp.-kv.-fjeldet langs grænsen.

[12] Högbom, l. c. Schiötz, l. c.

[13] Under ortocerkalken i Glöte-eggen vid Glöte ligger en graptolitförande lerskiffer (Svenonius l. c. sid. 28), och ortocerkalken i den SV. om Glöte belägna Häggingsåsen hvilar konformt på »en grå till gulgrå kvartsitsandsten, som hvarken liknar Vemdalskvartsiten eller den litet sydligare i dagen utgående Dalasandstenen» (Högbom, l. c. sid. 149), men några lager med primordialförsteningar hafva ej blifvit här funna.

å ena sidan vid Skärvagen, såsom ofvan nämndes, och å den andra vid Klöfsjö och Åsarne, på dessa senare ställen öfverlagrad af ortocerkalk.

Redan i det föregående har blifvit framhållet, att gränsen mellan det stora siluriska skifferfältet i Valders och den underliggande blåkvartsetagen ingalunda är skarp; skiffrar och kvartsitiska bergarter vexellagra upprepade gånger, och man kan säga att blåkvartsetagen här bildar med de öfverliggande skiffrarne en kontinuerlig lagerserie. De små silurpartierna, som ligga strödda i sparagmitfältet N. om Randsfjorden, hvila alla ofvanpå dettas yngsta lager. På östra sidan om Mjösen ligga silurlagren deremot nedanför Vangsåsens stora kvartsitmassa och hvila — åtminstone i S. och Ö. — omedelbart på urberg. Då det ej är sannolikt, att Vangsåsens mäktiga kvartsit redan vid sin aflagring fått sin nuvarande tvära afslutning mot S.,[1] så måste man antaga, att den redan före silurtiden undergått någon denudation och att siluren sedan afsatt sig nedanför ett genom denudationen utmodelleradt kvartsitberg. Längre mot NO, från trakten af Osen och hela vägen upp till Storsjön i Jemtland, är det sedan regel, att siluren ej ligger på det yngsta af sparagmitformationens lager, utan antingen på något af de äldre af dessa, eller ock på urberg, och vanligen nedanför höga af sparagmitformationens bergarter uppbyggda berg. I nordvest förefinnes således ett skarpt afbrott mellan sparagmitformationen och siluren, då deremot i sydvest något sådant icke, eller åtminstone i vida mindre grad, är förhanden.

Midt inne uti det stora sparagmitfältet finnas V. om Atne i Glommendalen trenne små partier, hvilka på grund af sin petrografiska beskaffenhet i förening med sitt läge ofvanpå sparagmitformationen sannolikt böra anses såsom siluriska, ehuruväl ej hittills några försteningar blifvit i dem funna. Dessa partier bestå af mörka, ofta alunskifferartade lerskiffrar samt kalkstenar, dels ljusa, dels blågrå, finkristalliniska till nästan täta. De närmast omgifvande bergarterna äro dels blåkvarts och dels grå eller blågrå sparagmit, som dock utåt snart aflösas af den i trakten rådande ljusa sparagmitsandstenen.

Det stora jemtländska silurområdet har redan varit föremål för flera publikationer, senast af WIMAN och HÖGBOM.[2] Efter dessa författare meddelas nedanstående öfversigt öfver de vigtigaste här förekommande afdelningarne.

Öfre graptolitskiffer		
Pentameruskalk	etage	6 *b*
Kvartsit med Phacops elliptifrons	»	6 *a*
Brachiopodskiffer	»	4 *c*—5
Chasmopskalk	»	4 *b*
Ogygiocarisskiffer	»	4 *a*
Ortocerkalk	»	3 *c*
Phyllograptusskiffer	»	3 *b*
Olenidskiffrar	»	2
Paradoxidesskiffrar	»	1 *c*, *d*
Olenelluslager(?)	»	1 *b*.

[1] Denna afslutnings tvärhet kan dock i viss mån bero derpå, att kvartsiten blifvit något öfverskjuten mot S.
[2] WIMAN, Ueber die Silurformation in Jemtland. HÖGBOM, Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län.

Rörande enskildheterna inom Jemtlands silurfält må för öfrigt hänvisas till de angifna publikationerna; för vårt ändamål är det tillräckligt att i korthet skissera hufvuddragen af fältets sammansättning.

Den sydöstra delen af Jemtlands siluromräde företer till sin karaktär stor likhet med silurbildningarne i mellersta Sverige. På en föga mäktig kvartsit, som ligger närmast urberget, följer här först alunskiffer med orsten representerande Paradoxides och Olenusnivåerna, och sedan »en gröngrå eller grå lerskiffer, med bankar och körtlar af oren kalksten, hvilken aflagring motsvarar Dalarnes Phyllograptusskiffer» (Högbom). Derefter kommer en mäktig kalkstensbildning, ortocerkalk, med underordnade skifferlager. Denna afdelning har stor utbredning i trakten kring Östersund och Oviken, men uppträder äfven i norr vid Föllinge och i söder vid Åsarne. Vester om densamma, från trakten kring östra delen af Hotagen och ned till Oviksfjällens fot, utbreder sig en skifferzon, bestående dels af lerskiffrar, mestadels gråa, stundom mörka och alunskifferartade, dels ock af mörka sandstensskiffrar. Såsom underordnade lager förekommer kvartsit, dels mörk, dels blåkvartsartad. Dessa skiffrar, hvilka i allmänhet äro mycket fattiga på försteningar, synas dels tillhöra den öfre delen af undersilur (et. 4) och dels ekvivalera ortocerkalken (et. 3). Dennes bankar utkila nemligen mot V. under det att de mellanliggande skifferlagren tilltaga i mäktighet och blifva slutligen enarådande. Ortocerkalk förekommer sålunda t. ex. ej mer nedanför Oviksfjällen, ehuruväl der anträffats försteningar tillhörande så väl lägre som högre nivåer. Ej heller finnes någon ortocerkalk mellan den mörka sandstensskiffer, som är den rådande bergarten kring östra delen af Hotagen, och blåkvartsen N. om Tjyvattnet. Sandstensskiffern sträcker sig nemligen ända till södra stranden af denna sjö. Det är dock möjligt, att en O.-W:lig förkastning här framgår.

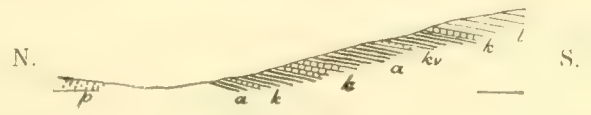
Vester om den nämnda skifferzonen följer en annan zon, inom hvilken skiffrar visserligen äfven äro förherrskande, men der dock kalkstenar ganska ofta förekomma. Dessa kalkstenar äro öfversiluriska, Pentameruskalksten, och i skiffrarna hafva på några ställen öfversiluriska graptoliter anträffats.[1] Denna zon sträcker sig från Skjärvången öfver Offerdal och Alsen ned till Ockesjön och Liten. Vestligare blifva kalkstenar åter sällsyntare. Inom den del af silurfältet, som utbreder sig från Liten i S. till Olden i N., äro blott några enstaka kalkstensförekomster kända; de af dem, som visat sig försteningsförande, hafva alla befunnits tillhöra Pentameruskalkstenen. Anmärkningsvärdt är, att i denna trakt icke några undersiluriska försteningar blifvit funna, ehuruväl silurfältets lägre lager här på sina ställen antagligen komma i dagen, såsom mellan Jufveln och Olden och efter all anledning äfven i trakten af Djupsjön. Närmast urberget (porfyr) ligger här kvartsit, ofta utbildad såsom blåkvarts, och derpå följa mörka, ej sällan alunskifferartade skiffrar med inlagringar af grå kristallinisk kalksten och äfven af blåkvarts. Sedan kommer traktens vanliga grå lerskiffer. Se profil fig. 29. Det synes på grund af läget sannolikt, att nämnda mörka skiffrar med deras kalkstenslager äro undersiluriska, och att i så fall kalkstenarne kunna representera ortocerkalken.

Det bälte af siluriska aflagringar, hvilket V. om Kallsjön omsluter Mullfjället-Sundsvalens porfyrmassor, har samma karaktär som vestra delen af Storsjöbäckenets silurfält.

[1] På kartan har ett försök blifvit gjordt att skilja de undersiluriska och de öfversiluriska områdena. Gränserna mellan dem kunna dock för närvarande ej angifvas annat än ungefärligen.

Skiffrar äro alltså rådande, men kalkstenar förekomma äfven. En zon af förstenings-förande kalksten framstryker Ö. om det nämnda porfyrpartiet nedanför Åreskutans vestra fot, och en dylik har äfven observerats på ett par ställen V. om porfyrfjällen, nemligen

Fig. 29. Profil S. om Jufvelbottnen.



p porfyr; *a* alunskiffer; *k* grå, kristallinisk kalksten; *kv* kvartsit; *l* lerskiffer.

Ö. vid Nordhallen och vid Andtjern. I kalkstenen nedanför Åreskutan har anträffats enkrinitleder i mängd samt derjemte *Favosites* och ett par andra former, som angifva, att den är af öfversilurisk ålder. I den nämnda kalkstenen på vestra sidan af porfyr-partiet hafva blott ett par små enkrinitleder blifvit funna, men det kan dock ej gerna betviflas, att båda kalkstenarne tillhöra samma nivå, Pentameruskalkens.

Inom det i fråga varande silurbältet finnes äfven kalksten på en annan och lägre nivå, nemligen nära den liggande kvartsiten. Denna kalksten är gråaktig, temligen kristallinisk och ej fossilförande. Sådan kalksten har Ö. om porfyren observerats vid Ö. Kjoland och V. om densamma vid Flandern. Den synes otvunget kunna paralleliseras med den ofvan omnämnda S. om Jufveln.

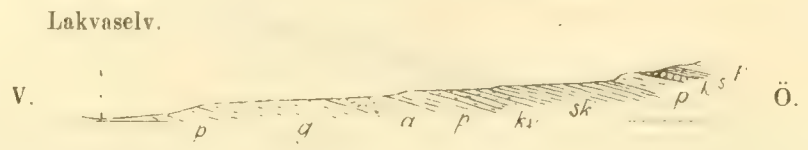
Lagerställningen inom det jemtländska silurfältet är i allmänhet mycket rubbad; skarpa veckningar och inversioner höra till vanligheterna. Hufvudstryckningen kan sägas vara NO.—SV. och hufvudstupningen NV., dock förekomma härifrån en mängd afvikelser, såsom de på kartan utsatta stupningstecknen visa.

När i det föregående blifvit taladt om siluriska bildningar med östlig och med vestlig facies har det egentligen blott gällt undersiluren, ty öfversilur med vestlig facies kan knappt sägas förekomma. I Storsjöbäckenet antager undersiluren, såsom af det ofvan sagda framgår, mot V. allt mer den karaktär, som är utmärkande för den vestliga silur-facies. Kalkstenarne blifva allt sparsammare, och de, som ännu finnas, blifva kristalliniska och ej fossilförande. Öfversiluren deremot undergår mindre förändring. Visserligen blifva äfven i den kalkstenarne mindre utbildade mot V., men de bibehålla sin habitus och sina försteningar. Inom det jemtländska silurfältet har man sålunda bättre än annorstädes tillfälle att se i hvad förhållande den östra och den vestra silurfacies stå till hvarandra.

Vid sjön Jufveln utsänder det stora silurfältet en smal förgrening mot NNV. till Torrön, och Ö. om denna sjö hafva flerstädes observerats dels blåaktiga kvartsiter och dels lerskiffrar, de senare stundom kalkiga och äfven, såsom Ö. om Holdern, inneslutande lager af gråaktig, temligen kristallinisk kalksten. Dessa bergarter ligga inklämda mellan urbergarter, men trots detta läge, till hvars orsak längre fram skall återkommas, och trots det att inga försteningar blifvit i dem funna, torde det dock på grund af deras påtagliga samband och petrografiska likhet med det närliggande silurfältets bergarter kunna anses gifvet, att de äro af silurisk ålder. Ännu nordligare förekomma ett par små partier af liknande bildningar under liknande förhållanden. Strax NNO. om Jäfsjön finnes ett litet fält bestående af grå, kristallinisk kalksten, lerskiffer ofta mörk, grafitisk, samt blåaktig

kvartsit. SO. om Græssåmo, Ö. om Andorsjön, uppträder en blåaktig kvartsskiffer och på den en grof, gråaktig kristallinisk kalksten. Äfven på ett mellanliggande ställe, vid Gasejavre, skola dylika bergarter förekomma.[1]

Fig. 30. Profil efter Tjalbæk.



p flasrig porfyr; *g* flasrig granit; *a* amfibolit; *kv* ljus, skiffrig, stundom blåaktig kvartsit, i nedre delen med inlagringar af mörk skiffer; *sk* mörk, matt fyllitisk skiffer; *k* blåaktig, sandig kalksten; *s* mörk, smutsgrön, glänsande skiffer.

Slutligen må omnämnas, att äfven i närheten af Tjalsæter, NV. om Bergli i Sörli, finnes blåaktig kvartsit, alunskifferartad skiffer och blåaktig kalksten inpressade mellan urbergarter. Se ofvanstående profil.

Trondhjemsfältet.

Under benämningen »Trondhjemsfältet» förstod KJERULF det stora, hufvudsakligen af sedimentära, mer eller mindre metamorfoserade bergarter bestående fält, som utbreder sig Ö. och S. om Trondhjemsfjorden, i N. sträckande sig till Imsdalen i Snåsen, i S. till Dovre. Fältets längdutsträckning förlöper således i NNO.—SSV., eller parallelt med den skandinaviska fjällsträckningens hufvudriktning i denna trakt. Från Trondhjemsfältets hufvudparti utgår en stor förgrening mot N. öfver Inderöen till trakten kring Snåsen vand, en annan förgrening går mot VSV. genom Surendalen.

Genom på flera ställen inom Trondhjemsfältet gjorda fynd af försteningar är det numera bevisadt, att hufvudmassan af dess bergarter är af silurisk ålder. Redan i det föregående har blifvit nämndt, att detta stora silurfält tillhör Skandinaviens vestliga silurfacies, men att det dock har en från öfriga dithörande fält temligen afvikande karaktär, beroende på den stora rol, som i dess lagerserie spelas af tuffartade och andra bildningar af olika slag, hvilka äro mer eller mindre direkta produkter af grönstenseruptioner och kännetecknas genom gröna färger i olika nyancer. Nämnde grönstensderivater — om vi så få kalla dem — hafva ofta en jemförelsevis lokal karaktär; i alla händelser förete de ej den petrografiska likformighet, som i allmänhet är utmärkande för de olika afdelningarne inom södra Skandinaviens silurbildningar. Samma stratigrafiska nivå kan derför inom olika delar af Trondhjemsfältet vara till den petrografiska beskaffenheten temligen olika, äfven om man bortser från de regionalmetamorfiska förändringar, hvilka vissa delar af Trondhjemsfältet blifvit i vida högre grad underkastade än andra, och hvilka förändringar väsentligt bidraga att förhöja de petrografiska olikheterna. Särskildt starkt framträda regionalmetamorfiska förändringar inom en stor zon, som stryker längs genom hela Trond-

[1] Enligt benäget meddelande af Hr K. HAUAN.

hjemsfältet. KJERULF, hvilken — åtminstone till en del — redan år 1870 utskilde denna zon, betecknade den såsom »det metamorfiske strög».[1]

I följd af dessa förhållanden förete olika delar af Trondhjemsfältet så pass stora skiljaktigheter i utbildning, att man med skäl kan tala om olika facies äfven *inom* detta fält. Särskildt förete dess östra och dess vestra delar rätt markerade olikheter. Detta allt gör, att det möter betydande svårigheter när man vill söka bestämma och genom fältets hela utsträckning konsekvent särskilja de olika led, af hvilka Trondhjemsfältet är sammansatt. KJERULF har i fråga om Trondhjemsfältets indelning haft olika uppfattningar vid olika tider, och så har äfven jag. Oomtvistadt är emellertid, att den skiffergrupp, som KJERULF benämnt »Rörosskiffrar», ligger lägst i lagerföljden. Vi vilja derför här först vända oss till den, innan vi inlåta oss med Trondhjemsfältets bildningar i öfrigt, hvilka senare vi här kunna sammanfatta under begreppet »Trondhjemsfältet i trängre bemärkelse».

Röros skiffergrupp eller Rörosskiffrar.

Denna skiffergrupp, som är typiskt utbildad i trakten kring den lilla bergstaden Röros, består af skiffrar, hvilka i allmänhet äro lika kristalliniska som Åreskiffrarne, men skilja sig från hufvudmassan af dessa genom sin lösare och delvis äfven mildare beskaffenhet. De förete flera varieteter; de tvenne vigtigaste må här karaktäriseras.

Den allmänna bergarten kring Röros är en gröngrå, halfmild, ofta så att säga något sandig glimmerskiffer med både ljus och mörk glimmer, den senare dels ingående i bergartens grundmassa, dels utbildad såsom porfyrartadt inströdda individer, hvilkas genomgångsriktning icke intager någon bestämd orientering i förhållande till bergartens ofta mycket tydliga och regelbundna skiktning. Ej sällan är bergarten späckad med små korn af jernspat eller brunspat, stundom äfven med korn äf magnetit. Mer och mindre typiskt utbildad utbreder sig denna skiffer från trakten kring nedre delen af Galåen (SV. om Röros) mot NO. öfver trakten kring östra delen af Aursunden upp till Stuedalen. Den blir stundom, såsom t. ex. kring Jonsvold (Ö. om Röros), finare och då lerglimmerskifferartad samt mycket lös och lätt smulande.

Nu omtalade skiffer, och liknande inom andra områden, hafva af olika författare blifvit betecknade med olika namn, såsom: glimmerlersten, sideritglimmerskiffer och glimmerkvartsit. Intet af dessa namn kan emellertid sägas på ett tillfredsställande sätt uttrycka bergartens petrografiska karaktär, och då det för öfrigt väl knappt är görligt att för densamma bilda en fullt passande petrografisk benämning, så torde det vara bäst att taga sin tillflykt till ett lokalnamn. Ett sådant är redan föreslaget af REUSCH, nemligen »Stuedalsskiffer»,[2] och det må här bibehållas.

En annan för Rörosskiffrarne mycket karaktäristisk bergartstyp, än en skiffer, som i det hela står Stuedalsskiffern ganska nära, och skulle kunna anses såsom en afart af den, men som dock har en rätt säregen karaktär i följd deraf, att den är rik på stora, ända

[1] På kartan är detsamma angifvet genom en grof röd prickning.
[2] Geol. iakttagelser i Trondhjems stift, s. 31.

till 4 à 5 cm. långa och ofta till kärflika knippen förenade hornblendestänglar, hvilka i vexlande riktningar ligga inströdda i bergarten, mest dock på dess skiktytor. Accessoriskt håller bergarten stundom granat samt (mikroskopiskt) turmalin och rutil. Denna skiffer har hittills vanligen blifvit kallad »hornblendeglimmerskiffer». Tyskarne benämna liknande bergarter »Garbenschiefer», hvarför ock TORELL[1] föreslagit namnet »kärfskiffer» för den i fråga varande, ett namn, som på grund af sin korthet här må föredragas. Kärfskiffern är, liksom Stuedalsskiffern, vanligen väl skiktad i några centimeter tjocka omvexlande mörkare och ljusare skikt.

Vi skola nu omnämna förhållandena i de vigtigaste af Rörosskiffrarnes utbredningsområden och få derunder tillfälle att äfven omtala en och annan af dessa skiffrars mera lokalt förekommande varieteter.

Rörosfältet. Inom detta fält har, såsom redan nämndt, Stuedalsskiffer den största utbredningen. I dennes liggande uppträder i trakten V. om Brekken en art lerskiffer, som nedåt öfvergår i en mörkgrön, temligen mild skiffer, stundom inneslutande körtlar af grönsten. Ofvanpå Stuedalsskiffern åter ligger i fältets vestra och nordliga delar kärfskiffer. Så t. ex. kring vestligaste delen af Aursunden, V. om Riasten och N. om Stuesjö, från hvilken sist nämnda trakt den sträcker sig mot N. till vestra delen af Essandsjö.[2]

Lagerställningen inom Rörosfältet är i det stora hela sväfvande med ett förherrskande svagt fall mot V. och NV.

En egendomlig och helt lokal bildning inom Rörosfältet är den, som HÖRBYE beskrifvit under namn af »Röragens breccia». Den förekommer på båda sidorna om sjön Röragen, OSO. om Röros. Bergartens utseende är mycket varierande. På vestra sidan af nämnde sjö innehåller den, såsom HÖRBYE säger, fragment af »alslags milde Skifere, Chlorit-, Glimmer- og Lerskifere, sammenkittede som det synes ved knuste Levninger af nævnte skifere selv».[3] Äfven bitar af halfopal förekomma på sina ställen rätt ymnigt. Det hela kan stundom hafva ett så att säga serpentiniseradt utseende. I norr står breccian i samband med en röd sandsten. På östra sidan af Röragen, i Gjetberget och Brekkefjeld, består bergarten i N. af en grof, sandstensaktig skiffer, dels grå, dels rödbrun, vexlande med lager af fin breccia. Mot S. blifva skifferlagren mera underordnade och breccielagren gröfre. Dessa innehålla bollar och bitar af kvarts samt af fina, temligen lösa, rödbruna och gråbruna sandstenar, äfvensom bitar af skiffer liknande den i de mellanliggande lagren. Håligheter i hällarne häntyda på, att äfven kalkstensbollar förekomma. Öster nedanför Brekkefjeld blir bergarten mindre breccieartad öfvergående i gråbrun sandsten och skiffer med enstaka bollar af kvarts. Den gränsar här omedelbart intill de närliggande Tufsingknipernas till Sevegruppen hörande kvartsitskiffer, hvilken i allmänhet är ljus, men nämast kontakten blågrå och med lager af mörk skiffer. Denna kontakt synes visa, att breccian ej kan vara någon sjelfständig bildning yngre än Rörosskiffrarne, utan torde den böra betraktas såsom en lokal bottenbildning i dessa. Ursprungligen torde denna bottenbildning väl hafva varit konglomeratisk i vissa lager men ej breccieartad; dess nuvarande breccie-

[1] Aflagringarne på ömse sidor om riksgränsen, s. 252.
[2] På kartan är en kontur utsatt, som angifver den ungefärliga gränsen för kärfskifferns utbredning.
[3] N. M. Bd. 8. 412.

natur är antagligen en art »Scherbenschieferstruktur», hvilkens uppkomst möjligen kan stå i samband med den starka lokala rubbning, som lagren inom breccieområdet undergått. Dessa stupa nemligen brant mot S. à SSO., under det att lagerställningen i trakten för öfrigt är sväfvande. Hörbye uppgifver, att den med breccian sammanhörande sandstenen hvilar på Rörosskiffrarne i norr, och detta är nog riktigt enligt stupningen, men torde bero på en inversion och ej vara något bevis för sandstenens yngre ålder.

Tennforsfältet. I vestra Jemtland utbreder sig mellan Dufed och Storlien i S. och mot norr till inemot Anjan ett stort fält af Rörosskiffrar, minst lika stort som sjelfva Rörosfältet. Efter den bekanta Tennforsen, som ligger inom detta fält, vilja vi benämna detsamma »Tennforsfältet». Det är sammansatt af hufvudsakligen trenne formationsled. Längst i Ö., d. v. s. öster om en linia tänkt dragen V. om Kösjön mot N. till Norn, är en grå fyllitisk bergart rådande. Mestadels är den temligen grof, stundom till den grad så, att den kan betecknas såsom en fin grå sparagmit. Någon gång blir den kvartsitisk. Vid Dufeds jernvägsbro är denna skiffers understa del blottad. Här finnas i densamma spridda dels små, dels ända till hufvudstora bollar af ljus kvartsit lik Åreskiffrarnes, kvarts och ljus, oren kalksten. Nordligare, Ö. om Nordhallen, är fältets lägsta bildning en ytterst tillskrynklad kloritisk skiffer, som likaledes innehåller bollar af kvartsit och kvarts. På den ligger ett litet lager af en ljusgrå, sandig, temligen tät kalksten. Sedan följer den nämnda grå fylliten med svagt vestlig stupning. Uppåt blir den allt gröfre och allt mer kristallinisk samt med detsamma till färgen mera grågrön, sålunda öfvergående till nästa led, Stuedalsskiffer, som redan vid Tennforsen är karaktäristiskt utbildad. Stuedalsskiffern upptager ett bälte, som från sjön Ånn stryker mot N. upp till Häggsjön.[1] Den är i allmänhet mycket regelbundet skiktad, och på berghällarne ses ofta lagervis anordnade ellipsoidiska fördjupningar, liksom om kalkiga körtlar hade utvittrat.

Vester om Stuedalsskiffern och öfverlagrande den följer kärfskiffer. Den är rådande inom fältets hela vestra del. Särdeles vackert utbildad är bergarten kring St. Rensjön. Den är här ovanligt grof med nästan svarta, ända till 5 à 6 cm. långa hornblendekärfvar, hvilka skarpt afsticka mot skiktytornas nästan silfverglänsande muskovitbeklädnad. Uti denna grofva kärfskiffer finnas underordnade mindre grofva och ej hornblendeförande men deremot jernspathaltigare lager. På vittrade berghällar framträda dessa med en brunaktigare färg.

Hvilande på kärfskiffern uppträder en finkornig, brunspatförande hornblendeskiffer i ett par små fjellhöjder, Klumpen och Saxvallsklumpen, V. om St. Rensjön. Denna hornblendeskiffer är Tennforsfältets yngsta bildning.

I vester gränsar kärfskiffern mot en smal strimma af Åreskiffrar, hvilka sadelformigt uppsticka Ö. utmed riksgränsen. Mellan Åreskiffrarne och kärfskiffern finnes dock här ett föga mäktigt lager af lösa glimmer- och kloritskiffrar med temligen obestämd karaktär. I dem hafva konglomeratiska bildningar på ett par ställen observerats.

Redan i mina första publikationer rörande fjällbildningarne framhöll jag det egendomliga i den osymmetri, som i afseende på de olika länkarnes anordning förefinnes inom

[1] Dess gränser äro på kartan utmärkta genom punkterade linier.

Tennforsfältet. Dettas båda undre led, fylliten och Stuedalsskiffern, som äro mäktigt utbildade i öster, der de med flack stupning falla in under kärfskiffern, återkomma ej såsom man kunde vänta vester om denna, utan der tillstöta omedelbart de vida äldre Åreskiffrarne. Senare undersökningar hafva nu visat, att ett liknande förhållande eger rum äfven inom Rörosfältet. Öster om Stuedalen gränsar Stuedalsskiffern mot den smala rand af Åreskiffrar, som här framstryker V. om Skarsfjeldene. N. om Stuesjön öfverlagras Stuedalsskiffern af kärfskiffer, hvilken sedan sträcker sig mot N. ända intill Öifjelds hornblendebergarter, hvilka tillhöra Åreskiffrarne. Någon Stuedalsskiffer framkommer ej här mellan dessa och kärfskiffern.

Högbom vill söka förklaringen af bristen på symmetri inom Tennforsfältet uti »olika faciesbildningar och olika grad af metamorfos».[1] Sannt är visserligen, att inom fältets vestra del bergarterna hafva ett betydligt mera metamorfoseradt utseende, än inom dess östra — och något liknande framträder äfven, om än mindre tydligt, inom Rörosfältet — men den inom hela östra och centrala delen af Tennforsfältet rådande flacka vestliga stupningen, hvilken ej är någon förskiffring, utan en otvifvelaktig lagring, synes mig visa. att den af Högbom framställda förklaringen ej är tillfylles. Jag är derför böjd att antaga den i fråga varande bristen på symmetri vara väsentligen beroende på de ursprungliga lagringsförhållandena i förening med en sedermera skedd relativ höjning af fältets östra del och dennes deraf följande starkare denudation, såsom nedanstående profilteckning skematiskt framställer.[2]

Fig. 31. Skematisk profil till förklarande af Tennforsfältets byggnad.

å Åreskiffrar; *r*, *r'*. *r''* Tennforsfältets trenne byggnadsled; *y* nuvarande yta.

Rörosskiffrarne kring Trondhjemsfältet. Vester om den ofvan omnämnda rygg af Åreskiffrar, som skiljer Tennforsfältet från det stora Trondhjemsfältet, framsticker i bottnen af detta senare en smal zon af Rörosskiffrar. Vester vid Storlien äro dessa utbildade såsom en brun, temligen grof och lös, något kalkig glimmerskiffer; N. om Skurdalssjön såsom en art Stuedalsskiffer hvilande på en oredigt skiffrig, grönaktig, delsvis konglo-

[1] l. c. s. 50.

[2] Ett visst stöd får detta antagande deraf, att andra och af de nämnda fullkomligt oberoende förhållanden äfven hänvisa på en skedd relativ höjning af Tennforsfältets östra del. I en uppsats »Om några genombrottsdalar i vårt lands sydliga fjälltrakter» (Ymer 1895) omnämner A. G. Högbom äfven Åredalen (s. 201) och framhåller, att den mellan Åreskutan och Renfjället genomskurit en barrier, som ej kan antagas hafva varit väsentligt lägre än Renfjällets topp, d. v. s. omkr. 600 m. högre än Åredalens botten. Enligt nuvarande lutningsförhållanden skulle denna barrier således legat omkr. 400 m. högre än vattendelaren vid Storlien. Naturligtvis har denna senare blifvit något sänkt sedan den tid, då Åre-barrieren började genomskäras, men enär denna sänkning skett blott genom den allmänna denudationen, ej genom något eroderande vattendrag, så kan den ej ens närmevis hafva hållit jemna steg med Åredalens utskärning. Följaktligen kunna Åreskutan och Renfjället vid den tid, då Åredalen började utskäras, ej hafva haft samma relativa höjdläge i förhållande till Storlien som nu, ty i så fall hade aldrig Åredalens genombrott kommit till stånd, emedan allt vatten, som samlades vester om Åreskutan, då måste hafva sökt sitt utlopp mot V. Man måste derför antaga, att sedan den tid, då Åredalens genombrott började bildas, Åretrakten blifvit relativt höjd i förhållande till trakten kring Storlien, det vill med andra ord säga, att den östra delen af Tennforsfältet blifvit upplyftad relativt till den vestra.

meratisk bottenbildning. Längre mot N. uppträda Rörosskiffrarne mestadels såsom kärfskiffer. Sådan är typiskt utbildad kring Strådalen (NV. om Anjan) och synlig ännu V. om riksröset N:o 174.

Äfven i de små förekomster af Rörosskiffer, som finnas N. om Trondhjemsfjorden, är kärfskiffer den vanligaste bergarten. Så t. ex. N. om Snåsen och kring Leksviken. Öster om Borgen fjord representeras Rörosskiffern af en brun, fin, väl skiktad glimmerskiffer med små hornblendenålar på skiktytorna. Den innehåller underordnade lager af dels hornblendeskiffer och grönstensskiffer och dels grof, ljus glimmerskiffer. En mycket vacker sådan med ärtstora granater och långa hornblendestänglar finnes N. om Solbergs kyrka (SO. om Borgen fjord).

Inom den zon af Rörosskiffer, som från Gulosen stryker mot SV. öfver Örkedalen, äro bergarterna mindre karaktäristiskt utbildade. Kärfskiffer förekommer väl äfven här, men endast såsom underordnade lager i grönaktiga skiffrar af vexlande beskaffenhet. Nedanstående profil af Börsevotta (S. om Börgsens kyrka) må tjena såsom exempel på Rörosskiffrarnes utbildning i denna trakt.

Fig. 32. Profil öfver Börsevotta.

p Störenskiffer; *o* grå fyllit; *n* blekgrön, något glänsande grof skiffer vexlande med fyllit; *m* grågrön halfglänsande, bucklig skiffer med kvartskörtlar; *l* mörkgröna skiffrar och grönstensskiffer; *k* matta gröna skiffrar; *i* matta gröna skiffrar med lager af kärfskiffer; *h* ljus kvartsitskiffer; *g* grof småbucklig glimmerskiffer med granat; *f* grön, glänsande skiffer; *e* grof grön skiffer med brunspatkorn; *d* kvartsit, blåaktig; *c* grönstensskiffer späckad med brunspatkorn; *b* grof grön skiffer med hornblendenålar; *a* ljusgrön, grof, något smulande skiffer. } Röros skiffergrupp.

I de små förekomsterna af Rörosskiffer, som finnas i Rennebu och i Drivdalen, uppträder kärfskiffer likaledes mera underordnadt och vexlande med andra skiffrar af mindre utpräglad karaktär. Vid Kongsvold deremot, sydligast i Drivdalen, förekommer vacker kärfskiffer vexlande med mörk hornblendeskiffer. En rätt betydande utbredning har kärfskiffer NV. om Våge, kring Finna och Skjerva elfvar, dock vexlar den äfven här ständigt med skiffrar af annan beskaffenhet, såsom: lös glimmerskiffer, än brunaktig, än ljus; mörk, grafitisk skiffer och grof, grön skiffer. Längre i SO. blir kärfskiffern mera sällsynt. I Hedalen ersättes den af en ljus, grof glimmerskiffer späckad med granater. Enstaka smålager af kärfskiffer förekomma dock äfven här.

I trakten kring Foldalens kyrka representeras Rörosskiffern af dels grofva, lösa glimmerskiffrar, än mörka, än ljusa, ofta granatförande, och dels gröna, temligen grofva skiffrar, än matta, än något glänsande. Vester om Enundfjeld förekommer vacker granatförande kärfskiffer, och en mindre väl utbildad sådan finnes NV. om Sevelen, der vexlande med grof, lös grönaktig glimmerskiffer.

Det som i trakten kring Tronfjeld blifvit på kartan betecknadt såsom Rörosskiffer utgöres mestadels af gröna eller grågröna skiffrar, vanligen temligen grofva, stundom dock finare och då mera milda och mörka. I vestra sluttningen af Grönfjeld, NO. om Tron-

fjeld, förekommer ofvanför Gammelvangen och i liggandet af Tronfjeldets skiffrar en temligen betydlig aflagring af mörk, alunskifferartad skiffer och grå lerskiffer.

Af det nu om de olika förekomsterna af Rörosskiffrar anförda framgår, att sådana uppträda rundt kring Trondhjemsfältet och med i det stora hela ganska likformig karaktär af fullt kristalliniska skiffrar. Endast de östligast förekommande Rörosskiffrarne, såsom de kring Tronfjeld, kring Aursundens östligaste del och i östra delen af Tennforsfältet, äro mindre utprägladt kristalliniska. Detta skulle ock kunna uttryckas så, att i vester äro Rörosskiffrarne allt igenom högkristalliniska, då de deremot i öster äro så blott i de öfre lagren.

Rörosskiffrarnes grupp har således undergått en mera genomgripande metamorfism i vester än i öster, och häri företer den en påfallande analogi med Sevegruppen. En vidare analogi är, att i båda grupperna amfibolitiska bergarter spela en vida större rol i V. än i Ö. Det synes ej osannolikt, att dessa båda analogier kunna stå i något orsakligt samband, att t. ex. den starkare metamorfismen i V. kan bero på de eruptiva processer, som der gåfvo upphof till de amfibolitiska bergarterna. I alla händelser är det påtagligt, att metamorfismen i så väl Seve- som Röros-grupperna har en ganska allmän och så att säga primär karaktär och är oberoende af de mera lokala och sekundära metamorfoseringsprocesser, som träffat vissa partier i det inre af Trondhjemsfältet.

Ansättens fält. Utom de ofvan omnämnda kring Trondhjemsfältet grupperade förekomsterna af Rörosskiffrar finnes ett litet isoleradt fält af till dessa närmast hänförbara skiffrar kring Ansätten i nordliga Jemtland. Den öfre delen af detta fjäll består väsentligen af en ljus, hornblendeförande glimmerskiffer, delvis ganska lik kärfskiffer. Vexlande med denna förekommer hornblendeskiffer; längre ned i fjället uppträda fylliter, dels grönaktiga, dels grå, stundom grafitskifferartade.

Olivinsten och serpentin. Till Rörosskiffrarnes karaktäristik fordras äfven omnämnandet af de i dem ganska talrika förekomsterna af *olivinsten och serpentin*, stundom åtföljda af täljsten, hvilken sistnämnda bergart äfven kan uppträda sjelfständigt, d. v. s. utan att vara — åtminstone synligt — bunden vid någon af de båda andra.

De nämnda magnesiarika bergarterna synas uppträda såsom lagerstockar lågt nere i Rörosskiffrarne. Någon närmare utredning af deras förekomstsätt och beskaffenhet har jag emellertid ej haft tillfälle att företaga. För att dock visa hvilken rol de spela inom Rörosgruppen, må de vigtigaste af dem erhålla ett kort omnämnande.

Bekanta äro Feragens serpentinfjäll på grund af de kromjernsfyndigheter de hysa. Bergarten i dem synes, att döma af några mikroskopiskt undersökta prof,[1] hufvudsakligen vara en mer eller mindre serpentiniserad olivin-enstatit-sten. Vester om Feragen och utmed Rörosfältets södra gräns finnes en hel rad af likaledes kromjernförande serpentinförekomster, af hvilka Rödhammeren och Gråberget äro de nämnvärdaste. Nordligare i Rörosfältet, N. om Grönsjön, NV. om Stuesjön, finnes en helt liten serpentinförekomst

[1] Ehuruväl petrografiska beskrifningar i egentlig mening ej ingå i detta arbetes plan, har dock vid bergartbestämningarne mikroskopisk undersökning ofta tagits till hjelp. Öfver 400 slipprof af områdets bergarter hafva för detta ändamål förfärdigats.

i kärfskiffer, hvilken bergart äfven synes hafva blifvit meddragen i serpentiniseringsprocessen.

Inom Tennforsfältet uppträda ett par mer eller mindre serpentiniserade olivinstenar vid fältets södra kant, S. om sjön Ånn. Till den vestligare af dessa sluter sig Handöls bekanta tälgstensfyndighet. Några vidare serpentinförekomster finnas för öfrigt ej inom Tennforsfältet, men något nordligare, utmed östra gränsen af det bälte af Rörosskiffer, som N. om Anjan stryker utefter riksgränsen, ligger en rad af större och mindre serpentinberg, från »Knoppen» Ö. om Strådalen och till Raufjeld N. om Holdern. Till och med ännu nordligare, N. om Langvassætern, finnes ett litet serpentinberg.[1] Nedanstående profiler förtydliga serpentinens förekomstsätt i denna trakt.

Fig. 33—36. Profiler öfver Serpentinförekomster.

Raufjeld

d diorit; *Se'* serpentin; *d'* diorit, i liggandet något talkig; *Se* serpentin, närmast liggandet skiffrig och till utseendet äfven skiktad; *gl* grof, småbucklig glimmerskiffer med granat; *h* hornblendeskiffer med inlagringar af hård glimmerskiffer (Seve).

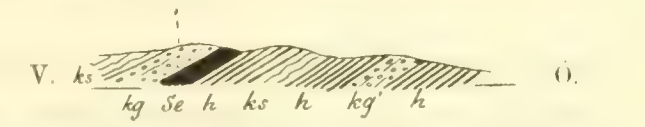
Haukberget

a fin, oredig amfibolitisk skiffer; *gl* ljus, något rostig glimmerskiffer; *h* hornblendeskiffer; *k* mörkt, serpentinaktigt konglomerat; *Se* serpentin; *g* grönsten och hornblendeskifferkonglomerat; *Se'* serpentinskiffer; *gn* ljus, hård, glimrig gneis med granat (Seve).

Riksröse 174

h hornblendeskiffer; *ks* kärfskiffer och ljus glimmerskiffer; *Skg* serpentinkonglomerat; *k* kalksten; *kg* konglomerat bestående af en hornblendeskifferartad grundmassa med bollar af glimmerskiffer och hornblendeskiffer; *h'* hornblendeskiffer och glimmerskiffer (Seve).

Riksröse 173.



ks kärfskiffer; *kg* hornblendeskifferkonglomerat; *Se* serpentin; *h* hornblendeskiffer; *kg'* hornblendeskifferkonglomerat med bollar af glimmerskiffer, hornblendeskiffer, kvartsit m. m.

Rätt egendomliga äro de konglomerat, hvilka här uppträda i serpentinens närhet, i det att äfven de äro i viss mån serpentiniserade. Det vid riksröset N:o 173 på serpentinen liggande konglomeratet t. ex. består af hornblendeskifferbollar i en hornblendeskifferartad grundmassa, alltsammans dock något serpentinaktigt. På vittrad bergyta bildar

[1] Hvad som här benämnts serpentin är egentligen mer eller mindre serpentiniserad olivinsten. Ej sällan finnes ej obetydligt frisk olivin ännu kvar.

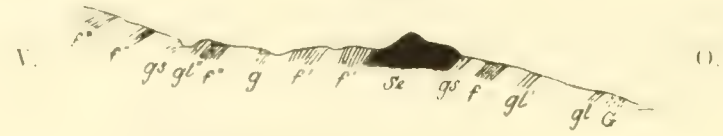
hvarje boll en liten skål, hvilket antagligen beror derpå, att serpentiniseringsprocessen angripit bollarna utifrån och inträngt i dem blott till ett visst djup. Det sålunda serpentiniserade skalet har sedan bättre motstått vittringen än den icke, eller blott i mindre grad, serpentiniserade kärnan, hvilken i följd deraf blifvit genom vittringen urgröpt. Det är för öfrigt ej sällsynt, att flerahanda bergarter i serpentinmassornas närhet blifvit angripna af serpentiniseringsprocessen.

På vestra sidan af Trondhjemsfältet finnas blott få serpentinförekomster. KJERULF omnämner ett par små sådana Ö. om Borgen fjord. (Förskiffrade och delvis serpentiniserade olivinstenar). Ett par kilometer norr om Ålbu i Opdal finnes en täljsten med brunspatkristaller i en art kärfskiffer. En täljstensartad bergart förekommer äfven i Hausberget NV. om Jerkin på Dovre.[1] En liten serpentinkulle höjer sig N. om Ringnæs sæter, NO. om norra ändan af Tesse vand. Den ligger ungefär i gränsen mellan kvartsitskiffern i norr och fylliten i söder.

Flera serpentin- och täljstensförekomster uppträda utmed Trondhjemsfältets södra gräns, såsom i Storhövden Ö. om Dovre kyrka, i Torleifshoug, i Streitkampen, i Kollot-Holsberget och i Röklet S. om Foldalen. Ett par täljstensförekomster finnas ock V. om Glommen N. om Lilleelvedalen, men de ligga möjligen på en något högre nivå. Huruvida Tronfjelds delvis serpentiniserade gabbro bör räknas till i fråga varande klass af förekomster må anses tvifvelaktigt; deremot hörer Fåstenen V. om Tönset antag-

Fig. 37.

Fåstenen



f'' grå fyllit, delvis smulande; *gs* grön, grof skiffer; *gl''* grönaktig, temligen kvartsig glimmerskiffer; *g* småkornig grönsten och grof, grön skiffer; *f'* brungrå fyllit, gröfre och finare; *Se* serpentin; *gs* gröna något skiffriga massor; *f* mörk fyllit, delvis med mörkt streck; *gl'* brunaktig, fyllitisk glimmerskiffer med kvartskörtlar och inlagringar af hårdare och ljusare glimmerskiffer; *gl* fin, gneisartad glimmerskiffer (Seve); *G* medelgrof gneisgranit.

ligen dit, ehuruväl de närmast omgifvande skiffrarne ej hafva Rörorsskiffrarnes vanliga karaktär. Ännu en annan serpentinförekomst finnes något längre i NO., V. om Os. Den ligger ej långt från de först omnämnda i Rörostrakten och kan anses utgöra en fortsättning af dessas serie.

Den ofvanstående uppräkningen af serpentinförekomsterna har blifvit gjord för att visa, hurusom sådana finnas rundt omkring Trondhjemsfältet på en såsom det synes temligen bestämd nivå inom Rörosgruppens lägsta del. KJERULF omnämner samma nivå under namn af vegsten-nivå.[2] Han anser den dock markeras blott af täljsten (vegsten), ej af serpentin, och har derför ej många märkpunkter för densamma att anföra.

[1] Nordvest om Lejse äro på KJERULFS kartor några serpentinkupper utmärkta inom urbergets område. Enligt HELLAND är serpentinen här yngre än det omgifvande urberget och genomsätter det, på ett ställe tydligen gångformigt. (Om kromjernsten, s. 153.)

[2] Udsigten s. 117.

Tvifvelaktiga skifferbildningar. Rörosskiffrarne på östra sidan af Trondhjemsfältet kunna i allmänhet sägas vara ganska väl afgränsade mot Åreskiffrarne. De senare synas flerstädes, såsom t. ex. S. om Tennforsfältet och N. om Rörosfältet, hafva varit veckade och äfven i någon mån denuderade innan de förra afsattes, och dessas bottenlager äro stundom konglomeratiska. Annorlunda är förhållandet på Trondhjemsfältets vestra sida. Liksom gränsen der ej alltid är skarpt markerad mellan urberget och Åreskiffrarne, så är den det ej heller mellan dessa och Rörosskiffrarne. Ett par exempel må anföras på fall, der gränsen kan vara tvifvelaktig.

Vester om Grana [1] förekommer ett ej obetydligt skifferfält, inom hvilket träffas dels en grönaktig, temligen hård, jernspatförande glimmerskiffer, hvilken skulle kunna jemföras å ena sidan med vissa skiffrar i Rörosgruppen och å den andra med de antagligen till Åreskiffrarne hörande kalkiga glimmerskiffrarne i fjällen N. om Malmagen i Herjedalen, samt dels en brun, glimrig gneis, påminnande om Åregneis. Denna senare uppträder dock blott i närheten af de här mycket talrika granitådrorna och synes ej vara annat än en höggradigare metamorfisk form af samma bildning som den förra. Det kan vara en tvistig fråga, huruvida dessa skiffrar böra hänföras till Röros- eller till Åreskiffrarne. De öfverlagras af ljus granatförande glimmerskiffer, stundom med hornblendekärfvar, tydlig Rörosskiffer, och öfvergå i liggandet genom vexellagring i hornblende- och dioritskiffer, liknande Åreskiffrarnes. Dessa amfibolitiska skiffrar äro genom ett par föga mäktiga lager af kvartsig glimmerskiffer och gråaktig kvartsitskiffer i liggandet skilda från urberget, hvars öfversta länk S. vid Jölvandet utgöres af en vacker ögongneis.

Vid Ålbu i Drivdalen förekomma, såsom redan förut blifvit nämndt, mycket karakteristiska Seveskiffrar, nemligen en temligen mäktig kvartsitisk glimmerskiffer, öfverlagrad af mörk hornblendeskiffer. På denna senare följer en bildning, som har en viss likhet med kärfskiffer, men är hårdare och segare än denna i allmänhet plägar vara. Än innehåller den hornblendestänglar, än granat, än intetdera. Stundom blir den brunaktig och kan då likna Åregneis. Äfven om denna skiffer kan det vara osäkert, huruvida den rättast bör hänföras till Seve- eller Rörosgruppen. En täljstensförekomst i densamma ökar dess analogi med den senare.

Trondhjemsfältet i trängre bemärkelse.

När det är fråga om att utreda de geologiska förhållandena i en trakt med invecklad tektonik, kommer mycket an på hvar man börjar. Alla delar af området äro naturligtvis ej i lika grad invecklade, men hvar de lättaste och mest upplysande äro att söka, det vet man ej på förhand. Det kan derför lätt hända, att man råkar börja med någon af de svåraste, och deraf förorsakas då vanligen många misstag och mycket onödigt arbete. I fråga om Trondhjemsfältet låg det nära till hands att tro det de stora dalar, som genomskära fältet öfvertvärande lagerstrykningen, skulle erbjuda de bästa tillfällena att få en inblick i fältets byggnad. Kjerulf började derför ock med att uppgå profiler utefter de af dessa dalar, som han ansåg vigtigast, och fick sålunda fyra »hufvudprofiler» till stånd,

[1] Rektangelkartans »Gröna», V. om Rennebo.

nemligen: Örklas profil, Guldalens profil, Meraker-profilen och profilen genom Værdalen mot Ö. upptill riksgränsen, hvilken han kallade Jemtlands-chausséens profil. Äfven jag har uppgått alla dessa profiler, och stora stycken af dem mer än en gång, men jag har funnit dem föga lämpliga såsom basis för en utredning af Trondhjemsfältets invecklade byggnad; de förhållanden man i dem har tillfälle att iakttaga äro mångenstädes så oklara, att de erbjuda alltför många tillfällen till misstag. I trakter, som förete så svåra geologiska problem som Trondhjemsfältet, kunna för öfrigt några profiler ej gifva en tillräckligt säker basis för utredningen; en sådan kan vinnas endast genom kartering, och denna måste dertill vara konsekvent genomförd. En sådan kartering har jag, så vidt det varit mig möjligt, sökt åstadkomma i den utsträckning, som varit nödig i och för vinnande af en allmän öfversigt. Nu, sedan en sådan erhållits, är det lätt att uppsöka de ställen, der lagerföljden med minsta svårighet kan öfverblickas. Vi vilja besöka ett par, och hålla oss då till en början blott inom vestra delen af Trondhjemsfältet, der bergarterna äro minst metamorfoserade, och der de flesta fynd af försteningar blifvit gjorda.

Vestra delen af Trondhjemsfältet.

Såsom förut blifvit nämdt består det lilla SO. om Levanger belägna fjället Skjötingen af Åregneis. I söder öfverlagras den af kärfskiffer, på hvilken sedan följer en småbucklig lerglimmerskiffer. Med denna börjar en mäktig grupp af fyllitiska bergarter, hvilken sträcker sig ned till Movand och äfven uppbygger den SO. om detta belägna 500 m. höga Brekkammen. Efter denna vilja vi här benämna i fråga varande hufvudsakligen af gråa fylliter bestående skiffergrupp »Brek-skiffer-gruppen».[1] Vid Movand öfverlagras densamma af en annan grupp, hvilkens bergarter nästan alla hafva gröna färger. Den består nämligen af gröna skiffrar, grönaktiga sandstensartade bergarter och till en stor del äfven af hvad KJERULF träffande nog kallat »uvisse grönne masser». I gruppens hängande uppträder, SV. utmed Hoklingen, en art grön breccia. Denna grupp motsvarar det komplex af gröna bergarter, som finnes så väl vid Trondhjem som V. vid Stören, och hvilket KJERULF kallat »Trondhjem-Stören-gruppen.» För korthetens skull benämna vi den här »Störengruppen».[2] Vester om Hoklingen öfverlagras Stören-gruppen af en ny grupp, bestående af gråa mer eller mindre fyllitiska lerskiffrar vexlande med bankar af grågrön sandsten. Underordnade inlagringar af försteningsförande kalksten angifva densamma såsom tillhörande yngre undersilur. Samma grupp uppträder äfven vid Hovin i Guldalen och har efter detta ställe af KJERULF blifvit benämnd »Hovin sandstens gruppe», ett namn, som vi här vilja förkorta till »Hovin-gruppen». Söder om Hammervand öfverlagras dess berg-

[1] I en föregående publikation (om Sevegruppen och Trondhjemsfältet) har jag kallat denna grupp »Gula-serien», emedan hithörande skiffrar innefattades i hvad KJERULF benämnt »Gula-skiffer». Men enär KJERULF under detta begrepp sammanförde mycket annat jemte i fråga varande grupp (se nämnda publikation sid. 35), har jag nu — till undvikande af missförstånd — ansett mig böra gifva densamma ett nytt namn.

Termen »serie» hvilken jag förr använde för Trondhjemsfältets underafdelningar, har jag nu — på grund deraf, att densamma i den nyare geologiska terminologien blifvit reserverad för systemkomplexen — utbytt mot »grupp», och detta så mycket heldre som redan KJERULF betecknade ett par af sina underafdelningar inom Trondhjemsfältet såsom »grupper».

[2] Namnet »Trondhjemgruppen» hade kanske bort föredragas om ej en förvexling med »Trondhjemsfältet» då möjligen kunnat befaras. Jfr KJERULF, Om Trondhjems stifts geologi (1875), sid. 2.

arter af ett groft konglomerat, på hvilket sedan följer en mäktig bildning af grönaktig sandsten. Denna utbreder sig mot N. ända till Ekne och utgör tillsammans med konglomeratet en särskild afdelning, »Ekne-gruppen».

Inom i fråga varande trakt kunna således följande afdelningar särskiljas:

Ekne-gruppen (grönaktig sandsten med konglomerat);
Hovin-gruppen (grå lerskiffer och fyllit med gröngrå sandsten);
Stören-gruppen (gröna skiffrar m. m.);
Brek-skiffer-gruppen (gråa fylliter).

De förut, sid. 75, omtalade Rörosskiffrarne i Börsevotta öfverlagras af en grågrön, bucklig, halfglänsande skiffer med kvartskörtlar. Den påminner om lerglimmerskiffern S. om Skjötingen och utgör, liksom den, början af en fyllitserie, som dock vid Börsevotta ej är särdeles mäktig. Mäktigare är den något längre mot SV. Den sträcker sig der från trakten af Lisbetsæter mot S. öfver Alvåsen och vidare ända förbi Melingsæter. Bergarten liknar i det hela Brekkammens skiffer, men är något mera kristallinisk och innehåller ofta bruna glimmerfjäll porfyriskt inströdda. I allmänhet är skiffern grå, grönaktiga inlagringar äro dock ej sällsynta.

Något S. om Melingsæter öfverlagras nämnde skiffer af gröna, sandstensartade bergarter med än tydlig, än otydlig skiktning. Underst äro de delvis konglomeratiska med bollar af blåaktig kvartsit, ljus kalksten m. m., så t. ex. i Vennaberget. Uppåt afslutas de af en brecciebildning lik den vid Hoklingen, ehuru mindre mäktig. Denna sandstensbildning torde alltså här reprentera Stören-gruppen; i sin fortstrykning mot så väl NO. som SV. sammanhänger den ock direkt med gröna bergarter af äkta Störentyp.

Öfver den nämnda breccian, hvilken är synlig bland andra ställen i Kværnåsen och vid Jonsli vid Svorksjön, följer först en grågrön sandsten med skifferlager, sedan gråa och gröngråa lerstenar och skiffrar. Dessa åter öfverlagras af en mäktig lerskifferbildning, i hvilken inlagringar af kalkstenar talrikt förekomma. I en del af dessa kalkstenar hafva försteningar blifvit funna häntydande på lägre delen af öfversilur, (et. 5 och 6),[1] motsvarande sålunda Pentameruskalkstenen i Jemtland. Denna skiffer- och kalkstensbildning utbreder sig öfver det s. k. Höilandet och har derför af Kjerulf benämnts »Höilandets grupp». På den nu genomgångna sträckan kunna således följande afdelningar särskiljas:

Lerskiffer med kalksten (Höilandets-grupp);
Gröna sandstenar och skiffrar;
Grön sandsten med breccia och konglomerat (Störengruppen);
Grå fyllitisk skiffer (Brek-skiffer-gruppen);
Rörosskiffrar.

Strax Ö. om Stören framstryker en mäktig zon af grå lerskiffer och fyllit, petrografiskt mycket liknande Brek-skiffer-gruppen. Vester invid Stören åter uppträda i mäktiga massor de bekanta gröna Störensskiffrarne med sina grönstenar. I vester afslutas Störenbergarterna (Stören-gruppen) med en breccia, synlig vid Brolökken i Guldalen, NV. om Prestfjeld m. fl. ställen. Vidare mot NV. följer en mäktig serie af grönaktiga sandstenar vexlande med gråa, delvis ganska mörka och rostiga skiffrar. Detta är Kjerulfs

[1] Brögger. Fossiler fra det Trondhjemske.

typiska Hovin-sandstens-grupp. I dess såväl sandstenar som skiffrar hafva flerstädes fossil påträffats, hvarigenom dess ålder kunnat bestämmas till yngsta delen af undersilur. Inklämda mellan Hovin-gruppens lager förekommer i Lyngestenen, vid Hovin station, i Knippen m. fl. ställen, groft konglomerat, hvilket måste tillhöra en annan och yngre bildning, emedan bland dess bollar finnas sådana af kalkstenar med försteningar »sandsynligvis fra de samme etager, 5 med flere, som ses på Höilandet».[1] Detta konglomerat är således yngre än icke blott Hovin-gruppen (et. 4) utan äfven Höilandets grupp (et. 5 o. 6). Stupningen är i denna trakt brant mot SO., men då samtliga lagren äro starkt veckade och sammanpressade, kan stupningen ej gifva någon tillförlitlig upplysning om åldersföljden. Denna framgår deremot af den ordning, i hvilken de olika afdelningarne uppträda efter hvarandra, och om vi utgå från det nämnda konglomeratet såsom den gifvet yngsta bildningen, komma vi då till följande serie:

Konglomerat;
Grön sandsten och skiffer (Hovin-gruppen);
Gröna skiffrar, grönstensskiffer m. m. (Stören-gruppen);
Grå lerskiffer och fyllit (Brek-skiffer-gruppen).

För att få traktens allmänna lagerföljd fullständig måste vi emellertid mellan Hovin-gruppen och det yngsta konglomeratet inskjuta Höilandets grupp, emedan denna af redan anförda skäl måste anses vara något yngre än Hovin-gruppen men äldre än konglomeratet. Detta sistnämnda har stor likhet med Ekne-gruppens bottenkonglomerat, med hvilket det sannolikt äfven bör paralleliseras. Inom trakterna kring Höilandet hafva vi således kunnat urskilja följande grupper:

Ekne-gruppen;[2]

Höilandets grupp;

Hovin-gruppen;

Stören-gruppen;

Brekskiffer-gruppen;

Röros skiffergrupp.

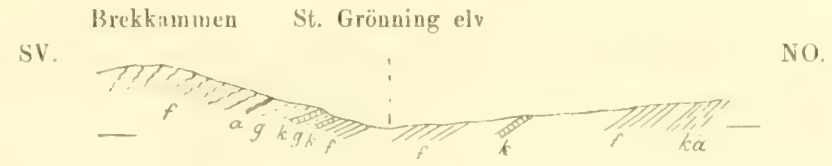
Denna lagerföljd öfverensstämmer så väl man kan det önska med den vi förut funnit i trakten S. om Skjötingen, och den kan derför anses gälla för vestra delen af Trondhjemsfältet i allmänhet. Vi skola nu taga enhvar af de ofvan nämnda grupperna något närmare i betraktande.

[1] GETZ, Graptolitförende skifere i det Trondhjemske, s. 37.

[2] Enär försteningar ej blifvit funna i den typiska Eknegruppens lager, och då vidare dessa ej komma i direkt beröring med Höilandets grupp, kan relationen mellan dessa båda grupper ej med full säkerhet fastställas. Jag trodde förr, att Eknegruppen hade sin plats mellan Hovins och Höilandets grupper, och att den vid Höilandet motsvarades af den mäktiga sandsten, som uppträder i Högknippen och dess omgifningar, men sedan jag vid förnyad revision funnit, att denna sandsten antagligen är en sadelformigt uppressad del af Störengruppens lager, finnes ingen plats för Eknegruppen mellan Hovingruppen och Höilandets grupp. Dessa båda grupper synas tvärtom bilda en kontinuerlig lagerföljd, hvars tudelning skett hufvudsakligen af paleontologiska skäl. Men då nu Eknegruppen med all säkerhet är yngre än Hovingruppen och från den skild genom en diskordans, måste den följaktligen äfven vara yngre än Höilandets grupp. Eknegruppens hufvudfält, det kring Ekne, fördelade KJERULF på Röros-, Stören- och Hovingrupperna. Se bladen »Stjördalen» och »Levanger».

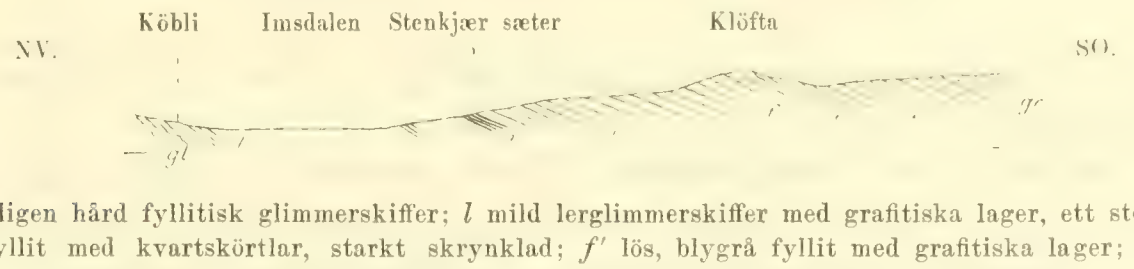
Brek-skiffer-gruppen. Der denna grupp är typiskt utbildad, såsom Ö. om Stören, i Brekkammen, S. om Imsdalen i Snåsen m. fl. ställen, består den öfvervägande af grå fyllit. När gruppens hela mäktighet är synlig, kan vanligen en tvådelning i densamma iakttagas, i det att den nedre delen består af finare, mildare fyllit eller lerskiffer, då deremot den öfre delen utgöres af gröfre sådana bergarter, ofta fulla af sekundära kvartskörtlar, hvilka stundom, såsom S. om Imsdalen, kunna vara meterlånga och derutöfver. Såsom inlagringar förekomma mörka, kolhaltiga skiffrar allmänt och delvis med betydande mäktighet; vidare grönaktiga skiffrar, ljus, tunnskiktad, sockergrynig kvartsit samt kalksten. Denna sist nämnda är vanligen något kristallinisk samt af gråblå, stundom gulhvit färg. Nedanstående profiler visa ett par exempel på gruppens sammansättning.

Fig. 38. Profil från Brekkammen mot NO.



f (i Brekkammen) grof, skrynklig fyllit; *a* mörk, alunskifferartad skiffer; *g* grönstensskiffer; *k* kalksten; *f* (vid och Ö. om Grönning elv) fyllit, mild, delvis lerskifferartad; *kä* kärfskiffer.

Fig. 39. Profil öfver Imsdalen SO. om Snåsen. Skala 1 : 100,000.



gl grofbladig, temligen hård fyllitisk glimmerskiffer; *l* mild lerglimmerskiffer med grafitiska lager, ett större sådant vid *a*; *f* ljusgrå, grof fyllit med kvartskörtlar, starkt skrynklad; *f'* lös, blygrå fyllit med grafitiska lager; *f''* grå, grof fyllit temligen lös; *gr* sandig, gröngrå skiffer (bildar här Brekskiffergruppen hängande).

De mörka kolhaltiga skiffrarne, hvilka — allt efter graden af metamorfos — kunna vara från alunskifferartade till grafitskifferartade, äro allmänna i Brekskiffrarne både inom södra och norra delen af Trondhjemsfältet; kalkstenar och gröna skiffrar förekomma deremot företrädesvis i norr, d. v. s. från trakten af Levanger och upp till trakterna kring Snåsen vand, och här utgöra de på sina ställen t. o. m. hufvudmassan af Brek-gruppens bildningar. De gröna skiffrarne likna ganska mycket vissa i Störengruppen, men då de i regeln öfverlagras af en mer eller mindre mäktig bildning af vanlig grå Brekskiffer, oftast åtföljd af kalksten, såsom profilerna figg. 40—42 exempelvis visa, hafva dock genom att

Fig. 40. Profil öfver Borgåsen (NO. om Levanger) mot S. Skala 1 : 100000.

s blekgröna skiffrar och massor (Störengr.); *f* lös, smulande fyllit med små svafvelkistärningar; *k* blåaktig kalksten; *g* gröna skiffrar, delvis temligen grofva, stundom glänsande; *ks* kärfskiffer (Rörosgr.) *h* och *ks* Sevegruppens hornblendeskiffer och kärfskiffer.

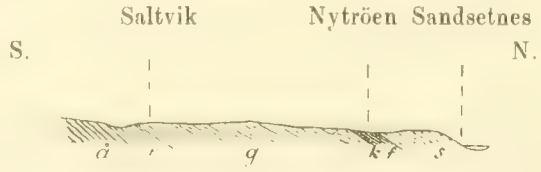
Fig. 41. Profil utefter stranden från Levanger mot NV. Skala 1 : 50000.

f grå smulande fyllit; *gs* mörkgröna skiffrar och grönstensskiffer; *kg* mörkgrön skiffer med bollar, starkt utdragna; *k* skifvig kalksten, dels hvit, dels blågrå, vexlande med fyllit; *f* grå smulande fyllit med kvartskörtlar, vid *G* gångar och körtlar af ljus granit; *g* grönstensskiffer, temligen mörk.

Fig. 42, *a*. Profil öfver södra delen af Ytteröen, Ö. vid Nordviksund. Skala 1 : 50000.

g mörkgröna skiffrar och grönstensskiffer (de i liggandet äro räknade till Brekskiffergruppen, de i hängandet till Störengruppen); *k* gulhvit, tät, hård kalksten; *f* grå, grof fyllit.

Fig. 42, *b*. Profil V. vid Nordviksund midt emot Ytteröen. Skala 1 : 100000.



å hård, brun, gneisig skiffer (Äregneis); *r* ljus glimmerskiffer, stundom med hornblendekärfvar, samt hornblendeskiffer (Rörosskiffrar); *g* gröna skiffrar; *k* gulhvit, skifvig, tät. hård kalksten; *f* grå, grof, kalkig, smulande fyllit; *s* gröna skiffrar, mestadels matta, lösa, delvis ganska ljusa (Störengr.).

vid karteringen begagna dessa bergarter såsom ledlager, de båda gruppernas gröna bergarter kunnat någorlunda hållas ut från hvarandra. [1]

I nära samband med Brekgruppens fylliter uppträder på några ställen kärfskiffer, som mycket liknar den i Rörosgruppen och möjligen skulle kunna vara uppressade delar af denna. Då emellertid dessa förekomster af kärfskiffer alla ligga invid den förut omnämnda stora längs genom Trondhjemsfältet strykande zon, som utmärker sig för höggradig regionalmetamorfism, det »metamorfiska stråket», så kan det äfven tänkas, att de äro metamorfoserade lager af Brekskiffer, detta så mycket mer, som tydliga öfvergångar finnas mellan sådan kärfskiffer och vanlig Brekskiffer; så t. ex. i Sondalen Ö. om Sonfos. Den största af i fråga varande kärfskifferförekomster bildar ett lager, som från Stjördalen, der det är synligt strax Ö. om Storfloren, stryker mot S. ned mot Neas dal. Kärfskiffern åtföljes här af grafitskiffer, hvilken stundom kan vara ganska mäktig, såsom t. ex. Ö. om Stråsjön i Garbergselfvens dal. I Mullskas dalföre vexla kärfskiffer och grafitskiffer upprepade gånger, men då i denna trakt starka veckningar förekomma kan nämnda vexling ej anses vara bevis för ursprunglig vexellagring. En annan af dessa kärfskifferförekomster finnes SO. om Selbu kyrka vid Fletten och Lilleevjen, och ännu en annan skall förekomma ungefär midt i Brekskifferzonen NO. om Inset. [2]

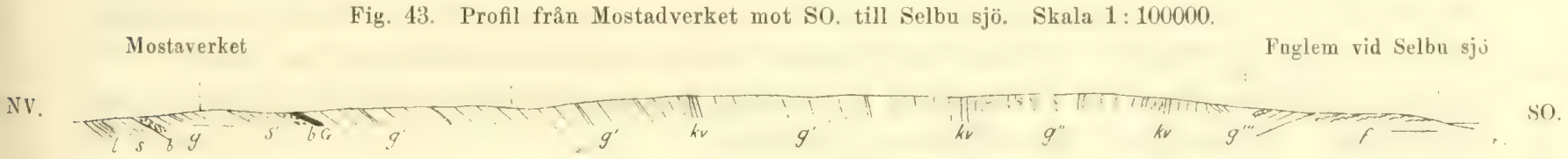
[1] Det skulle visserligen kunna tänkas, att de gröna skiffrarne V. om Levanger, och andra med dem sammanhängande, kunde tillhöra Störengruppen, men i så fall blefve bergbyggnaden kring Levanger mycket invecklad. Den enklare uppfattning jag valt torde derför böra föredragas, intill dess möjligen nya fossilfynd tvinga till en annan.

[2] Enligt benäget meddelande af K. HAUAN. På detta ställe skulle kärfskiffern ej osannolikt kunna misstänkas vara verklig Rörosskiffer.

Ett skäl, som kan synas tala emot att de nu omnämnda kärfskifferförekomsterna äro metamorfoserad Brekskiffer, är, att der denna inkommer i det metamorfiska stråket öfvergår den i regeln till mörka glimmerskiffrar. Så t. ex. V. om Kvikne och äfven sydligare i trakten af Mælsjön. Men då det är en känd sak, att lager med något olika sammansättning åverkas på väsentligt olika sätt af de metamorfoserande krafterna, torde af det nämnda förhållandet ej någon bestämd slutsats kunna dragas rörande de i fråga varande kärfskifferförekomsternas sammanhörighet med Brekskiffrarna eller ej.

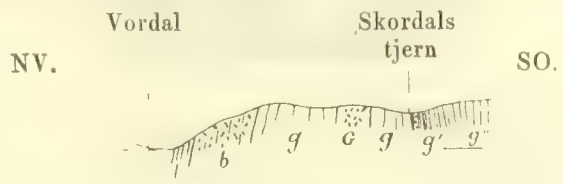
Stören-gruppen. I det föregående har redan blifvit nämndt, att Störengruppens bergarter mestadels utmärka sig genom grönaktiga färger beroende derpå, att de i allmänhet äro mer eller mindre direkta derivater af grönstenar eller grönstenstuffer. De sluta sig ock i fråga om sin utbredning nära intill en serie större och mindre grönstensmassiv, från Forbord fjeld, Ö. vid Trondhjemsfjorden, i N. till Vardesjö berg (N. om Fokstuehö) på Dovre i S. Den vanligaste bergarten närmast kring dessa grönstensmassiv är hvad KJERULF plägade kalla »uvisse grönne masser», d. v. s. blekgröna till mellangröna, mestadels otydligt skiktade, finkorniga bergarter, som under mikroskopet visa sig bestå af en filtlik väfnad af amfibolstänglar, mellan hvilka en färglös, väsentligen af kvarts bestående botten är synlig. Derjemte förekomma klorit och epidot, vanligen fläckvis fördelade, äfvensom ej sällan något kalkspat. Med tilltagande afstånd från grönstensmassiven blir i allmänhet skiktningen tydligare, och samtidigt härmed börjar den orediga massan att differentiera sig i gröna sandstenar, gröna skiffrar, gröfre och finare, gröna, väl skiktade lerstenar o. s. v. Bland dessa uppträda då ej sällan äfven lager af ljus tunnskiktad, sockergrynig kvartsit och stundom äfven af blåa eller violetta, glasiga kvartsiter. Nedanstående profiler visa ett par exempel på Störengruppens sammansättning.

Fig. 43. Profil från Mostadverket mot SO. till Selbu sjö. Skala 1 : 100000.



l, *s* lerskiffer och grön sandsten, inverterade lager af Hovingruppen; *b* grön breccia; *g* gröna massor, än mörkgröna, än blekgröna, vexlande med grön skiffer; *s'* grågrön, sandstensartad bergart, rik på brunspat; *G* grönsten; *g'* gröna massor och grön skiffer; *kv* ljus, tunnskiktad kvartsit; *g''* gröna skiffrar och grönstensskiffer vexlande med ljus, tunnskiktad kvartsit, lagren mycket skrynklade; *g'''* gröna och gröngråa lerstenar och skiffrar med lager af kvartsit; *f* grå, grof, smulande fyllit med brunspat (Brekskiffer).

Fig. 44. Profil vid Vordal i Åsen. Skala 1 : 100000.



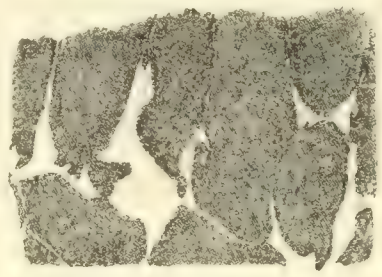
l grön lersten och sandsten (Hovingr.); *b* grönt, breccieartadt konglomerat; *g* mörkgröna massor; *G* finkornig diorit; *g'* mörkgrön skiffer med konglomeratiska lager och ljus tunnskiktad kvartsit; *g''* ljus gråvacka och gröna skiffrar.

Inne emellan Störengruppens skiffrar finnas flerstädes kalkstenar, mestadels gråblå, finkristalliniska. Så t. ex. det långa kalkstensstråket N. om Surendalen. Det kan dock knappt på något ställe anses fullt säkert, att dessa kalkstenar verkligen tillhöra Stören-

gruppen. Förhållandena äro nemligen i allmänhet sådana, att kalkstenaren äfven kunna tänkas tillhöra inpressade delar af den följande gruppen, Hovingruppen, särdeles som en del af dennes gröna bergarter ej alltid kan på grund af blott den petrografiska beskaffenheten skiljas från vissa till Störengruppen hörande.

Ett särskildt omnämnande förtjenar den brecciebildning, hvilken — såsom förut blifvit nämndt — plägar uppträda i Störengruppens hängande. Den har blifvit observerad på så många ställen från Levangertrakten i NO. till Meldalen i SV., att den sannolikt uppträder ganska konstant på nämnda nivå. Dess mäktighet och utbildning äro dock mycket varierande. Bergarten består af dels kantiga dels mer eller mindre rundade stycken af olika bergarter, dock öfvervägande sådana tillhörande Störengruppen, inbäddade i en än grönskifferartad än sandstensartad grundmassa. I den särdeles mäktiga brecciebildningen vid chausséen genom Sjölen (vid Nidelfven S. om Trondhjem) förekomma sålunda fragment af grön sandsten, blåaktig kvartsit, ljus porfyroid, ljus kalksten m. m. En del af dessa fragment nå en betydlig storlek. Ett par kalkstensstycken befunnos vid uppmätning hafva 0,5 m. i tvärmått, och den synliga delen af ett stycke blåaktig kvartsit var ej mindre än 4 m. lång och 1 m. bred. I Jervfjeld, SO. om Jonsvand, är i fråga varande bildning mera konglomeratartad än vanligt, i det att de ingående bergartsfragmenten äro mera rundade och grundmassan mera sandstensartad än hvad i allmänhet plägar vara fallet. Bollarne bestå här af grön skiffer, grön sandsten, mörk, violettblå kvartsit, röd jaspis m. m. Bollar af de båda sist nämnda slagen äro för öfrigt mycket allmänna i brecciebildningen och kunna nästan sägas vara karakteristiska för den. Bådadera torde härröra från Störengruppen. Inlagringar af blå och violettblå kvartsit förekomma, såsom ofvan nämndt, i denna — så t. ex. S. om Loholt och på Ladeudden, Ö. om Trondhjem — och något, som antagligen är moderklyften till de jaspisartade bollarne, har jag äfven sett bland Störengruppens bergarter, dock endast på ett enda ställe, nemligen i Malberget på Höilandet. Detta berg består öfvervägande af orediga gröna massor. På bergets öfversta del finnas klumpar af sådana sammankittade af dels röda, dels gröna jaspisartade utfyllningar. Se vidstående fig. 45.

Fig. 45. Plan af en berghäll på Malberget.



Uppkomsten af nu omtalade brecciebildning anser jag sannolikt bero på en efter slutet af Störengruppens bildningsskede inträdd denudationsperiod. De eruptiva processer, som pågingo under nämnda skede, gåfvo antagligen upphof till berg, som höjde sig ur dåtidens haf, och från hvilkas sidor sedermera stalp bildades. Materialet i dessa stalp, mer eller mindre bearbetadt af vatten, blef sedermera så småningom cementeradt och uppträder nu såsom den i fråga varande breccian, hvilken vi — efter Stokvola i Åsen, der den uppträder med betydande mäktighet — kunna benämna »Stokvola-breccia».

Hovin-gruppen. Denna grupps hufvudbergarter äro lerskiffrar eller lerstenar och sandstenar, som uppträda i upprepade vexlingar med hvarandra. Lerskiffrarne och lerstenarne äro vanligtvis gråa, stundom grönaktiga; sandstenarne äro i regeln gröngråa och innehålla ej sällan lager af konglomerat, mestadels fint. I det stora hela synas de leriga bergarterna vara mera förherrskande i gruppens nedre del, de sandiga deremot i dess öfre. Vissa af lerskifferlagren äro mörka, stundom nästan alunskifferartade, och då äfven kisiga. Inlagringar af kalkstenar förekomma flerstädes och på flera nivåer. De äro vanligen blågrå samt finkristalliniska till nästan täta.

Hovingruppen har ett särskildt intresse på grund deraf, att den är den första af Trondhjemsfältets grupper, som visat sig försteningsförande. Försteningar hafva träffats i flera af dess bergarter, såsom sandsten, konglomerat, mörk skiffer och kalksten. I sandsten har, enligt Brögger, minst 40 arter försteningar blifvit funna, Brachiopoder, Cephalopoder, Gastropoder, Enkriniter och Trilobiter, bland de sist nämnde en *Trinucleus*. »Men», säger Brögger, »så ufuldkommen er disse Fossiler opbevarede, at neppe en art med fuldkommen sikkerhed kan bestemmes, så fuldstændig er alle Strukturer udslettede, alle Former skjeftrykte och forvredne. Såmeget er dog med Bestemthed at afgjöre, at denne Fauna er undersilurisk, og Fundet af Trinucleus afmærker jo et forholdsvis begrændset Niveau. Söndenfjelds har denne Lagfölge hverken i palæontologisk eller i petrografisk Henseende nogen Parallel, såvidt hidtil vides, men svarer vel nærmest till den överste Del af Kjerulfs Etage 4 og måske den underste Del af 5.» [1] De i mörka skifferlager funna försteningarna äro endast graptoliter. Äfven de häntyda på samma ålder. Getz säger nämligen om dem: »Formerne i graptolitskiferen selv tyder på et niveau med etagerne 4 og 5.» [2] Alla hittills i sandsten och skiffer gjorda fynd af försteningar ligga inom den zon af Hovingruppen, som stryker öfver Guldalen och vidare mot SV. till Meldalen.

I Hovingruppens kalkstenar hafva flerstädes enkrinitleder påträffats, såsom i Sletåsen vid Grut (Meldalen), N. vid Nyhus S. om Hommelvik, vid foten af Holbergen Ö. om Skatvold samt V. vid Lövring i Værdalen. Vid V. Hellem plads, V. om Åsens kyrka, finnes en blågrå, något kristallinisk kalksten, i hvilken jag år 1888 fann en del försteningar. Sådana synas t. o. m. der vara talrika, men de äro — såsom vanligt i Trondhjemsfältet — mycket illa bevarade. I några från denna lokal hemtade stuffer, hvilka Hr Professor G. Lindström haft den godheten att undersöka, kunde ej med säkerhet bestämmas mer än en *Bellerophon*. Prof. L. anser kalkstenen sannolikt vara undersilurisk. Den ligger, såsom vidstående profilskiss visar, omedelbart under en mäktig konglomeratbildning

Fig. 46. Kalkstenen vid Hellem plads.

s sandsten och lersten; *b* breccia; *k* kalksten; *kg* konglomerat (Eknegruppen).

[1] Om Trondhjemsfeltets midlere afdeling. Sid. 15.

[2] Graptolitförende skifere, s. 37. De vigtigaste af de funna formerna äro: *Dicranograptus ramosus* Hall.; *Diplograptus teretiusculus* His.(?); *Didymograptus sp.*, *Climacograptus bicornis* Hall.

(Eknegruppens bottenkonglomerat) och öfver en af grå lersten och sandsten i vexling bestående lagerföljd. Mellan denna och kalkstenen finnes dock en art breccia, möjligen en förkastningsbreccia, emedan den närmast kalkstenen innehåller små kalkstensbitar i mängd.

På en sträckning, som från trakten kring vestra ändan af Jonsvand (Ö. om Trondhjem) stryker NNO. öfver vestra delen af Frosten och Inderöen, äro Hovingruppens bergarter jemförelsevis starkt metamorfoserade. Dersammastädes är så äfven fallet med till andra grupper hörande bergarter. Till skilnad från det stora östligare belägna vilja vi kalla detta »det vestra metamorfiska stråket». Af Hovin-gruppens bergarter hafva inom detsamma lerskiffrarne blifvit rent fyllitiska, i sandstenarne hafva bruna glimmerfjäll utbildats och ofta äfven svafvelkistärningar. Sådana äro äfven allmänna i fylliterna. Finare sandstenar hafva blifvit så starkt förskiffrade, att de öfvergått till grofva, gröngråa, glänsande skiffrar, såsom t. ex. i Solheim ås N. om Jonsvand. En grof, gröngrå sandsten, som i trakten Ö. om nämnda ås har en betydlig utbredning, är så starkt metamorfoserad, att den på sina ställen har utseende af en kristallinisk bergart. Den består af en finkornig grundmassa af kvarts jemte något fältspat och ljus glimmer, i hvilken grundmassa större korn af kvarts, ortoklas och plagioklas ligga ymnigt inströdda jemte större partier af grönbrun glimmer, äfvensom större och mindre korn af epidot. Stundom finnes äfven något kalkspat. Vidstående profil visar hurusom denna sandsten hvilar på Störengruppens bergarter, från hvilka den dock skiljes genom ett fyllitiskt lager.

Fig. 47. Profil NO. utmed Jonsvand. Skala 1 : 100000.

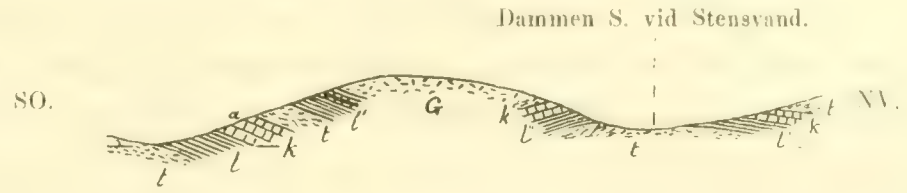
St gröna massor, gröngrå gråvacka och skiffer: *s* ljus, skiffrig metamorfoserad sandsten; *l* mörkgrå fyllit; *St'* gröna, grofskiffriga massor; *l'* grå fyllit med brunspatkorn; *l''* mörkt gröngrå fyllit; *s'* ljus, metamorfoserad sandsten och hård skiffer, delvis brunspathaltiga; *St''* gröna skiffrar med Stokvola-breccia; *l'''* mörk lerskiffer; *s''* gröngrå sandsten i tjocka bankar, vexlande med mera tunnskiktad sandsten och mörk, sandig skiffer; *St'''* sandiga gröna massor med grönstenspartier och (till venster) Stokvola-breccia. Lagren *St*—*St'''* tillhöra Störengruppen, lagren *s*—*s''* och *l*—*l'''* Hovingruppen.

Höilandets grupp består öfvervägande af mestadels grå stundom brunaktig lerskiffer, dock med betydande och talrika inlagringar af kalkstenar på flera nivåer. Fossil hafva funnits flerstädes i kalkstenarne, särskildt rika hafva de vid Ven och Katugleåsen, SV. om Grötvand visat sig. Äfven i skiffrarne hafva fossil stundom anträffats. Om dessa Höilandets fossil säger Brögger:[1] »Katugleåsens og Vens Fossiler synes att danne en ejendommelig Fauna med egne Arter. — — — — På Grund af Forekomsten af en karakteristisk Pentamerusart må denne Fauna vel antages at svare til et höire Niveau end Trinucleussandstenen. — — — — Sandsynligvis svarer Vens og Katugleåsens samt Flerheden af Höilandets kalkstene — — — — til Linnarssons Pentameruskalk i Jemtland, — — — — altså till Kjerulfs Etage 5 og 6 i Kristianiatrakten.

[1] l. c., s. 20.

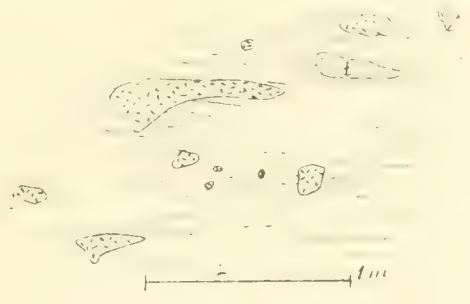
På Höilandet finnes en mängd bergkupper, hvilkas öfversta del består af grönsten, dels hornblendeporfyrit, dels plagioklasporfyrit. Dessa grönstenar åtföljas stundom af tuffartade bildningar, och sådana uppträda äfven såsom inlagringar i Höilandets lagerserie. Se profilen fig. 48. I det undre af de i denna profil synliga kalkstenslagren observerades brottstycken af grönsten och grönstenstuff. Se fig. 49. Af allt detta synes framgå, att grönstenseruptioner pågått under Höilandsgruppens skede.

Fig. 48. Höjden V. om Brenneplads, V. om Höilandets kyrka.



G grönsten med något tuff: *t* grönstenstuff: *l* mörk lerskiffer: *k* kalksten: *l'* lerskiffer med kalksten: *l''* lerskiffer.

Fig. 49. Kalkstensvägg med brottstycken af grönsten och grönstenstuff (*t*).



Sydvest om Höilandet förekommer vid Kalstad och Reberg i Meldalen en försteningsförande kalksten, hvilken af BRÖGGER sammanställes med Höilandets kalkstenar. Det var i denna de första försteningarne inom Trondhjemsfältet träffades.[1] Sagda kalksten uppträder under rätt egendomliga förhållanden. Lagren äro starkt uppresta. I söder angränsar en serie af lerskiffer och sandsten liknande Hovins, i norr möta stora massor af grönsten med åtföljande tuffartade bildningar samt ett breccieartadt konglomerat påminnande om Stokvola-breccian. Mot dessa tyckes kalkstenen vara uppressad. Om nu dessa gröna bergarter såsom antaget tillhöra Störengruppen, synes det sannolikt, att de under den senare silurtiden bildade en höjd, vid hvars fot Hovin-gruppens lager och den på dem följande kalkstensbildningen afsattes. Det skulle dock äfven kunna vara möjligt, att de eruptioner, som gåfvo upphof till de stora grönstensmassorna kring Meldalen, fortgingo ända in i den öfversiluriska tiden.

Liknande tvifvelaktiga förhållanden förefinnas äfven på Höilandet V. om sjön Ånöjen. Höilandets skiffrar och kalkstenar å ena sidan och bergarter med Störengruppens habitus å den andra gripa här uddformigt in i hvarandra och än äro de ena, än de andra öfverlagrande. Då det legat utom ramen för min uppgift att söka utreda detaljer sådana som dessa, har jag ej egnat dem någon särskild uppmärksamhet, och jag

[1] Se KJERULF, Udsigten, s. 170.

vågar derför ej yttra mig om, huruvida nämnde förhållanden bero på en samtidig bildning af de båda bergartsgrupperna eller på skarpa veckningar och inversioner.

Ekne-gruppen, sådan den uppträder i fältet S. om Ekne, består underst af ett groft bottenkonglomerat, på hvilket följer en mäktig och i det stora hela mycket enformig bildning af gröngrå sandsten. Dennas lagring är alltid tydlig, tydligare dock i den nedre delen än i den öfre, der stundom blott en bankning i stort framträder. Sandstenen är, synnerligast i fältets vestra del, temligen starkt metamorfoserad, hvilket förklaras deraf, att den der inkommer i det förut omnämnda vestra metamorfiska stråket. Under mikroskopet gör den nästan intryck af att vara en kristallinisk bergart. Den visar sig nemligen bestå af ljusgröna amfibolstänglar, partier af klorit, korn och stänglar af epidot stundom samlade i fingryniga fläckar med grumligt utseende, detta allt inströdt i en ljus massa bestående af kristalliniska kvartskorn jemte enstaka korn af fältspat. Vidare förekomma små, spridda korn af titanit. Vissa lager af bergarten äro något kalkhaltiga, och i sådana ses stundom på vittrad bergyta skiktvis anordnade långsträckt linsformiga utvittringar, häntydande på närvaron af starkt kalkhaltiga körtlar.

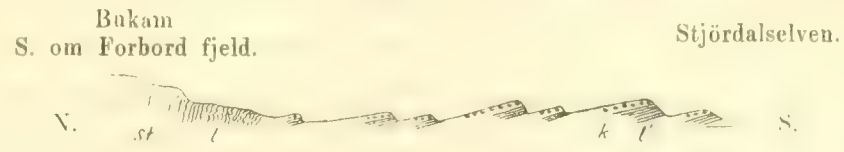
I bottenkonglomeratet ingå flera olika bergarter såsom bollar. Vid Hopelen i Åsen, der detta konglomerat är både groft och mäktigt, förekomma t. ex. bollar af: ljus sockergrynig kvartsit (ymnigt); ljus granit, medelgrof till småkornig (ymnigt); tät porfyrisk grönsten; fin gneis; grön sandsten; grön och grå lersten (stundom i meterlånga flisor); kalksten i flera varieteter, blågrå och ljus, fin och grofkristallinisk.

Innan konglomeratet afsattes hade dess underlag påtagligen varit utsatt för en betydande denudation. Vester om Hopelen äro t. ex. ett par partier af kalksten, åtföljda af något skiffer, synliga i konglomeratet. Dessa partier äro ej lagerformiga, utan de hafva helt och hållet oregelbundna begränsningar och tyckas vidga sig nedåt. Jag kan ej uppfatta dem annat än såsom uppstickande spetsar af den ojemna undergrund, på hvilken konglomeratet hvilar. Bollar af så väl kalkstenen som dess åtföljande skiffer förekomma i konglomeratet.

Sandstensfältet S. om Ekne bildar i stort en flat skål. Endast i SV. äro dess lager i någon mån starkare sammanpressade och veckade. Här förekomma ock i fältets närhet flera mindre partier af konglomerat inklämda mellan Hovingruppens lager. Dessa konglomerat bära starka spår af metamorfism; i det t. ex., som finnes på yttersta udden af Frosten, är grundmassan fullständigt glimmerskifferartad. Dylika små konglomeratpartier äro äfven allmänna kring Skatvold och i Ned. Stjördalen. Söder om Stjördalselfven bilda de ofta öfversta delarne af bergen, under det att dessa för öfrigt uppbyggas af Hovingruppens skiffrar och sandstenar. Norr om elfven åter äro konglomeraten skenbart inlagrade i dessa. Här finnes en serie af bergåsar strykande ungefär i Ö.—V., samtliga mycket branta på den södra sidan, men deremot långsluttande på den norra. Alla bestå de öfverst af groft konglomerat stupande flackt mot N. så att det täcker hela norra sluttningen. I den branta södra sidan ligger under konglomeratet först ett en eller annan meter mäktigt lager af en gröngrå, temligen hård och något oredig skiffer, samt sedan mörkgrå, vacker lerskiffer med underordnade inlagringar af gröngrå sandsten. Se profilen fig. 50. Det är föga sannolikt att alla dessa olika konglomeratförekomster skulle

vara lika många olika inlagringar i Hovingruppen. En naturligare tolkning synes mig vara, att de äro delar af ett och samma konglomeratlager, som blifvit afsatt ofvanpå nämnde grupp och sedan genom en serie af parallela förkastningar (eller möjligen skarpa veckningar) kommit i sina nuvarande lägen. Men i så fall bör det tydligen hänföras till

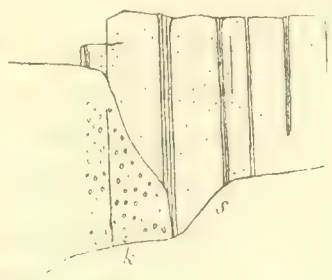
Fig. 50. Profil genom nedre Stjördalen.



St blekgröna bergarter tillhörande Störengruppen; *l* lerskiffer och sandig lerskiffer, starkt skrynklad; *k* konglomerat; *l'* lerskiffer (takskiffer).

Eknegruppens bottenkonglomerat, hvilket det ock petrografiskt mycket liknar. Bollarnes beskaffenhet visar äfven, att konglomeratet måste vara yngre än Hovingruppen. I ett öster vid Hells station beläget konglomeratparti finnas bland andra bollar äfven sådana af den metamorfoserade sandsten, hvilken förut omnämnts såsom bildande en väsentlig länk i Hovingruppen N. om Jonsvand. Likheten mellan bergarten i bollarne och den i ursprunglig klyftort sträcker sig ända derhän, att den förra är lika starkt metamorfoserad och pressad som den senare. Detta bevisar ju, att konglomeratet ej blott är yngre, utan betydligt yngre än den nämnda till Hovingruppen hörande sandstenen, emedan denna ej blott blifvit bildad, utan äfven metamorfoserad, pressad och slutligen denuderad innan konglomeratet afsattes. Och med konglomeratet vid Hell bör flertalet af traktens konglomeratbildningar otvifvelaktigt likställas.[1] Då emellertid äfven konglomerat finnas, som ingå i Hovingruppens lagerföljd, såsom vid Sonbjörg i Sondalen och V. om Fossen vid Fossa, kan lätt en förvexling ega rum, särdeles i en trakt, hvilken i så hög grad som den i fråga varande blifvit hemsökt af dislokationer.

Fig. 51. Kontakt mellan konglomerat och sandsten i en bergvägg vid Gaua (efter BRÖGGER).[2]



k konglomerat; *s* sandsten med skiffer.

Till Eknegruppen torde äfven böra räknas de förut omnämnda konglomerat i Hovintrakten, hvilka genom försteningsförande bollar visa sig vara yngre än Höilandets grupp. De synas ock förhålla sig diskordant till Hovingruppens lager. BRÖGGER meddelar t. ex.

[1] Äfven KJERULF synes, åtminstone på sista tiden, hafva uppfattat de i fråga varande konglomeraten såsom traktens yngsta bildningar. I »Merakerprofilet» talar han om »det överst og afvigende i Hommelviken hvilende konglomeratsandstensfelt» (s. 66). Vidare säger han dersammastädes, sid. 106, att »Trondhjems protogingranit gjenkjendes i rullede knoller i Hommelvikens konglomerat».

[2] Trondhjemsfältets midlere afdelning, s. 4.

en afbildning (återgifven i fig. 51) af en kontakt mellan konglomerat och sandsten, hvilken visar, att de båda ej äro konforma. Brögger anser konglomeratet vara den äldre bildningen, men hans figur antyder, att förhållandet snarare är motsatt, ty vore konglomeratet äldre, då borde sandstenens lager åtminstone i någon mån smyga sig efter dess ojemna yta och ej stöta tvärt an emot densamma på sätt som figuren visar.

Norr om Beitstadfjorden och N. om Snåsen finnas tvenne rätt betydande sandstensfält, hvilka petrografiskt mycket likna Eknesandstenen, och då de dertill, liksom denna, utgöra den öfversta länken i traktens lagerföljd samt — åtminstone hvad fältet N. om Beitstadfjorden beträffar — börja med ett groft konglomerat och hvila diskordant på underlaget, så hafva de på kartan blifvit hänförda till Eknegruppen. Dessa fälts gränser hafva emellertid ej kunnat på alla punkter så noga bestämmas som önskligt hade varit.

Ett par små partier af sandsten och konglomerat, hvilka finnas det ena NO. vid Mosviken, det andra i Geværstenen omkr. 20 km. SV. om samma ställe, torde äfven af petrografiska skäl böra räknas till Eknegruppen.

Angående Eknegruppens geologiska ålder kan för närvarande ej med någorlunda bestämdhet sägas mer, än att den är yngre än den lägre delen af öfversilur. Eknegruppen kan således tillhöra öfre delen af öfversilur, men det kan äfven tänkas, att den kan vara devonisk. Det starka afbrott, som finnes mellan Eknegruppen och de bildningar inom Trondhjemsfältet, hvilka gifvet äro siluriska, skulle möjligen kunna anses tala för det senare alternativet. Något bestämdt utslag i frågan är dock för närvarande ej möjligt.

Östra delen af Trondhjemsfältet.

Utredningen af Trondhjemsfältets östra del försvåras väsentligt deraf, att densamma nästan helt och hållet ligger inom det stora metamorfiska stråkets område, i följd hvaraf bergarternas petrografiska beskaffenhet äfven inom ett och samma lager kan vara mycket olika, allteftersom metamorfismen verkat mer eller mindre starkt. De skarpa petrografiska skiljaktigheter, som ursprungligen förefunnos hos en del af de länkar, hvilka uppbygga Trondhjemsfältets östra del, har metamorfismen dock ej kunnat utplåna, och när, såsom fallet är inom fältets nordligaste parti, lagren ej blifvit alltför mycket omkastade, kunna derför ock de olika länkarne jemförelsevis lätt hållas ut från hvarandra. Vi vända oss derför först till trakterna längst i NO. i Trondhjemsfältet.

I den profil, som förut, sid. 83, meddelats från trakten SO. om Snåsen, öfverlagras Brekskiffern af en gröngrå, stundom nästan rent grå, fin, temligen hård och fast, sandig bergart, som är än mer, än mindre utprägladt skiffrig och stundom ganska tydligt skiktad. I det hela gör den intryck af att vara en metamorfoserad fin sandsten. Bergarten har en viss egendomlig fingrynig textur, hvarför vi här kunna beteckna den såsom »grynskiffer». Den har en betydlig mäktighet och innesluter flera underordnade lager af kvartsig grafitskiffer, stundom äfven af fyllit, men är för öfrigt ganska likformig.

Öster om grynskiffern och öfverlagrande den följer en serie af lösa glimmerskiffrar med ganska vexlande utseende; än ljusa, granatförande, än grå, än — och oftast — bruna.

Ett lager af sådan brun glimmerskiffer i östra sluttningen af Imsdalsfjeld befanns innehålla rikligt med staurolit. Nära denna glimmerskifferseries hängande finnes ett konglomerat, hvars bollar hufvudsakligen bestå af ljusa, kvartsitiska bergarter.

Fig. 52. Profil öfver Imsdals fjeld till S. Hægsjö. Skala 1 : 100000.
(Forts af profilen fig. 39.)

f grå, grof fyllit, temligen lös; *gr* grynskiffer med flera inlagringar af grafitisk skiffer, en större sådan vid *gt*; *gl* glimmerskiffer, dels ljus, dels grå, stundom granatförande; *st* fin, brun glimmerskiffer med staurolit; *gl'* vexlande lager af ljus glimmerskiffer med granat och fin, gråbrun glimmerskiffer. Denna senares stundom tydliga skiktning är starkt skrynklad; *kg* konglomerat; *gl''* gråbrun, fin glimmerskiffer med granat; *g* gröna och grågröna skiffrar med grönstensskiffer; *k* kärfskiffer och grafitisk skiffer; *su* fin, lös, brun glimmerskiffer och lerglimmerskiffer med kvartskörtlar; *g'* grågrön, grof, något glänsande skiffer med ett par lager af grönstensskiffer; *kg* groft konglomerat med bollar af ljus kvartsit i en lös, grå, glimmerskifferartad grundmassa; *gl'''* lerglimmerskiffer och lös glimmerskiffer med grafitiska lager.

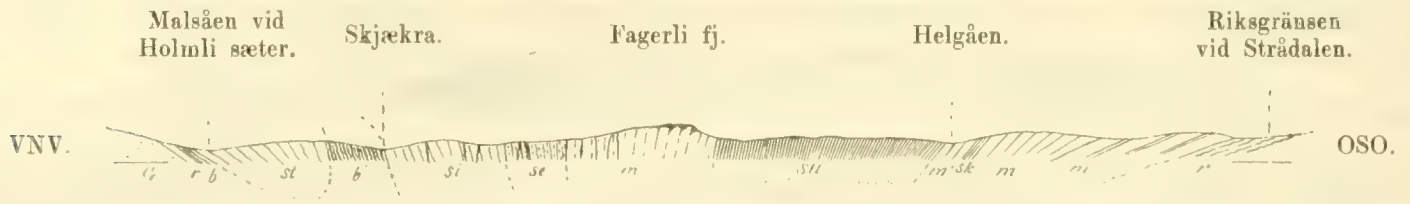
Nu omnämnda glimmerskifferserie öfverlagras i öster af gröna och grågröna skiffrar med inlagringar af grönstensskiffer. Denna komplex, som är synlig i norra sluttningen af Renhorns fjeld, är jemförelsevis föga mäktig och öfverlagras i sin ordning af lösa, mestadels brunaktiga glimmerskiffrar, finare och mera fyllitiska än de i den förut omnämnda lägre liggande glimmerskiffergruppen. Dessa fyllitiska glimmerskiffrar upptaga fjällsluttningen V. om S. Hægsjön. Här sker en omböjning af lagren i en mot N. konvex båge, med ständig stupning inåt. Öster vid S. Hægsjön uppträder först grågrön, grof skiffer med lager af grönstensskiffer och sedan, strax Ö. om Hægsjö sæter, konglomerat. Detta konglomerat är samma lager, som det förut omnämnda vid östra foten af Imsdals fjeld; sammanhanget kan nemligen följas i en båge som förlöper strax N. om Roelven (se kartan). Från Hægsjö sæter stryker konglomeratet vidare mot SV. upp i Hægsjö fjeld. Här hafva vi således en särsdeles vacker trågbugt, i hvilken svårligen någon omkastning af lagren kan förefinnas. Den lagerföljd vi i den uppgångna profilen funnit, hafva vi således rätt att antaga vara den normala, och följaktligen kunna vi i denna trakt urskilja följande grupper:

Fina, mestadels brunaktiga, fyllitiska glimmerskiffrar;
Grågröna och gröna skiffrar med grönstensskiffrar;
Gröfre lösa glimmerskiffrar, mestadels brunaktiga, dels med granat, dels med staurolit;
Gröngrå, sandig skiffer (grynskiffer);
Brek-skiffer.

Från i fråga varande trakt fortstryka dessa grupper mot S. med i det hela tilltagande mäktigheter och en påfallande regelbundenhet ända ned mot Guldalen, d. v. s. en sträcka af 170 à 180 km. Profilen fig. 53 öfverskär dem något N. om Helgåens genombrottsdal. Den öfversta skiffergruppen är mäktigt och karakteristiskt utvecklad kring Sul i Værdalen och har derför blifvit känd under namn af »Sul-skiffrar». Den derunder liggande af hufvudsakligen gröna skiffriga och skiktade bergarter bestående gruppen är bäst blottad och mest typiskt utbildad utefter Merakerbanan kring Meraker, hvarför den lämpligen kan benämnas »Merakergruppen». Den vidare i ordning nedåt följande skiffer-

gruppen omfattar bland annat äfven skiffrarne i de skifferbrott, der Selbu bekanta kvarnstenar brytas. De hafva derför blifvit benämnda »Selbu-skiffrar». Grynskiffern slutligen, med dess inlagringar, har stor utbredning i trakten kring Singsås och kan derför betecknas såsom »Singsås-gruppen».[1]

Fig. 53. Profil från Malsåen öfver Fagerli fjeld till Strådalen. Skala 1 : 200000.



G gneisgranit; *r* gröngrå, planskiffrig skiffer; *b* grof, bucklig lerglimmerskiffer; *st* gröna skiffrar och massor, vanligen ej väl skiktade (Störengr.); *b'* grå, grof, något glänsande, halfkristallinisk skiffer, stundom med hornblendenålar; *si* grof grynskiffer, dels grå, dels grönaktig: skiktning tydlig, men vresig. Genomsättes af flera granitgångar (Singsås gr.); *se* gneis, mot liggandet grå, mot hängandet mera brun och med underordnade ljusa, kvartsitiska lager; flera granitgångar (Selbu gr.); *m* mörka hornblendebergarter bandade med ljusa, granulitiska och genomsatta af gångar af ljus granit (Merakergr.); *su* brungrå, fin, temligen lös, glänsande glimmerskiffer (Sulskiffer); *m'* grå och brunaktig, fin, fast och jemn glimmerskiffer med inlagringar af fin hornblendeskiffer; *sk* grå lerglimmerskiffer och brungrå, glänsande skiffer; *m* gröngråa skiffrar, temligen grofva och med elliptiska utvittringar, mot liggandet mera tydligt skiktade och innehållande porfyriska biotitfjäll (Merakergruppen); *r* kärfskiffer (Rörosgruppen).

För den östra delen af Trondhjemsfältet få vi således följande grupper:

Sul-skiffer-gruppen;
Meraker-gruppen;
Selbu-skiffer-gruppen;
Singsås-gruppen — samt den redan från vestra delen af fältet kända
Brek-skiffer-gruppen,

hvilken dock har endast obetydlig utbredning inom Trondhjemsfältets östra del.

Vi skola nu taga dessa grupper något närmare i betraktande och söka utröna i hvad mån de kunna paralleliseras med fältets vestra grupper.

Singsås-gruppen. Hufvudbergarten inom Singsås-gruppen är, såsom redan nämndt, den gröngråa till gråa, grofva, så att säga sandiga skiffer, som vi kallat »grynskiffer». Än är den mera glimmerskifferartad, än mera sandstensaktig, beroende på graden af metamorfism, men i det stora hela dock ganska likartad öfver betydande områden. Såsom underordnade inlagringar innehåller den ofta grafitiska skiffrar, i regeln mycket kvartsiga, vidare hornblendeskiffer och grönstensskiffer samt stundom tunnskiktad, sockergrynig, ljus kvartsit. Konglomeratbildningar äro jemförelsevis sällsynta. Ett rätt betydande och delvis ganska groft konglomerat, som synes tillhöra Singsås-gruppens lägsta del, finnes emellertid i trakten kring Hullet sæter öfverst i Jöndalen N. om Våge. Dess bollar bestå öfvervägande af fin, ljus kvartsit i en grof, grönaktig glimmerskiffer såsom grundmassa. Ett annat konglomerat ligger öfverst i den smala zon af Singsås-gruppens bergarter, som framstryker något V. om Glommen mellan Röros och Tönset. Det består af bollar af kvartsit, granit, kvarts m. m. i en grå, kvartsig skiffer såsom grundmassa. Det är ej särdeles

[1] Jfr. A. E. T. Sevegruppen och Trondhjemsfältet.

mäktigt, men har stor utsträckning. Det har blifvit följdt från Follas dal ända till N. om Sætersjön, d. v. s. en sträcka af omkr. 80 km.

Af de ofvan öfver Trondhjemsfältets östra del meddelade profilerna jemförda med kartan framgår, att grynskifferzonen på hela sträckningen från Neas dal upp till Imsdalen konstant och direkt öfverlagrar Brek-skiffern i V., och att denna öfverlagring måste vara normal visas af den förut omnämnda trågbugten i fältets nordligaste del. Detta vill med andra ord säga, att Singsås-gruppen intager samma stratigrafiska plats som Stören-gruppen och synes ekvivalera denna. Med hänsyn till båda gruppernas i det stora hela något olika petrografiska karaktär, kan detta synas påfallande, särdeles som deras områden komma hvarandra mycket nära. Den zon af Brek-skiffer, som från Skjækervand stryker mot SSV. ned till Selbusjön och — efter en böjning mot V. — vidare ända till Dovre, är i det stora hela på vestra sidan konstant begränsad af bergarter med Störentyp och på den östra lika konstant af grynskiffer. Och dock är Brek-skifferzonen flerstädes ej mer än ett par kilometer bred. Visserligen kunna Störengruppens bergarter, såsom ofvan nämdt, ganska hastigt förändra petrografisk karaktär, och visserligen ingå bland dem ofta grågröna sandstenar, som ganska mycket likna de minst metamorfoserade grynskiffrarne, men det oaktadt kan det synas svårförklarligt, att en så bestämd och konstant olikhet skulle kunna förefinnas mellan så närliggande bildningar tillhörande samma stratigrafiska nivå. Härvid bör dock ihågkommas, att om Störengruppen och Singsåsgruppen äro ekvivalenta bildningar, då måste hela den ofvan nämnda zonen af Brek-skiffer vara en skarp sadel, och altså lågo Stören- och Singsås-gruppernas bergarter ursprungligen betydligt, åtminstone 3 à 4 gånger, längre från hvarandra än nu är fallet. Vidare må framhållas, att de för Störengruppen mest karakteristiska bergarterna sluta sig kring de många inom gruppens område uppträdande grönstensmassorna, till hvilka inga motsvarigheter finnas inom Singsås-gruppens område, samt slutligen, att der båda grupperna komma hvarandra närmast, plägar en viss petrografisk likhet mellan dem inträda. Så t. ex. V. om Renåen, S. om Selbu sjö. Söder om den här framstrykande zonen af Brek-skiffer är grynskiffern gröngrå till grå, stundom temligen mörk, delvis gråvackeartad och temligen starkt metamorfoserad, såsom antydes af i densamma inströdda spridda biotitfjäll. Norr om Brekskifferzonen, der i Björnbenet och motstående berg på Renåens vestra sida Störengruppens område möter, uppträda gröngrå, gråvackeartade skiffrar, något grönare än grynskiffrarne i söder, men eljest ganska lika dessa. Öster om Fokstuen uppträder inom Störengruppens område ganska typisk grynskiffer, och sådan finnes äfven något östligare i Fokstuehö, d. v. s. öster om Brekskifferzonen och inom Singsåsgruppens område.

En fullständig öfvergång mellan bergarter af Störengruppens typ och grynskiffer kan ses i den smala gröna zon, som inom Brekskifferns område framstryker öfver Stjördalen. Norr om denna dal hafva bergarterna i nämnda zon fullkomligt Störengruppens karaktär, men mot söder förändras de så småningom, och när zonen nått Garbergselven kan dess hufvudbergart betecknas såsom grynskiffer.

Af de nu anförda exemplen framgår, att om än Stören- och Singsås-grupperna i det stora hela hafva något olika petrografiska karaktärer, saknas dock ingalunda petrografiska anknytningspunkter mellan dem, och följaktligen kan intet petrografiskt hinder sägas förefinnas mot deras af de stratigrafiska förhållandena fordrade parallelisering.

De skiffrar, hvilka vester om Glommen blifvit utmärkta såsom Singsåsgruppens östligaste utgående, hafva endast till en del grynskiffrarnes vanliga karaktär. Bland dem ingå äfven andra bergarter, såsom grönstensskiffrar, hvad KJERULF kallat »nålesandsten»,[1] fyllitiska skiffrar, grof grönaktig glimmerskiffer m. m. Förut har omnämnts det konglomeratlager, som på en lång sträcka bildar dessa skiffrars hängande. Förutsatt att den ofvan antagna paralleliseringen är riktig intager detta konglomerat samma stratigrafiska nivå som Störengruppens Stokvola-breccia.

De i Singsåsgruppen ganska allmänna inlagringarne af grafitiska skiffrar äro delvis mäktiga, särdeles så kring Guldalen. De bestå öfvervägande af kvarts jemte något litet glimmer, dels brun, dels ljus, dertill komma strimvis fördelade impregnationer af små korn och fint stoft af ett grafitartadt ämne. Dessa skiffrar böra således kanske rättast betecknas såsom grafitiska glimmer- eller kvartsitskiffrar. Säkerligen förekomma dessa grafitiska skiffrar på flera olika nivåer, men på huru många kan ej för närvarande afgöras. I följd häraf hafva de ej heller hittills kunnat göra den tjenst såsom ledlager, hvilken de vid en detaljerad kartläggning utan tvifvel skulle kunna göra.

Gränsen mellan Singsåsgruppen och Brekskiffergruppen är i allmänhet ej svår att bestämma, dock kan den blifva otydlig på ställen, der både skrynkling och metamorfos äro starka. Så är t. ex. fallet i trakten S. om Selbu. Den der på kartan uppdragna gränsen kan derför ej anses vara annat än ungefärlig.

Selbu-skiffer-gruppen. De skiffrar, som här sammanfattas under begreppet »Selbu skiffergrupp», ligga till största delen inom det metamorfiska stråket och äro derför mer eller mindre starkt metamorfoserade. Der metamorfismen är höggradig äro skiffrarna mestadels utbildade såsom bruna glimmerskiffrar, oftast temligen grofva och glimmerrika. Bekantast bland hithörande bergarter är Selbu kvarnsten, en grof och temligen lös, brun glimmerskiffer späckad med granat och staurolit. Andra varieteter hålla andalusit i ända till centimetertjocka kristaller, andra åter äro späckade med stänglar af disten. Bland dessa bruna glimmerskiffrar uppträda såsom mera underordnade lager ljusa glimmerskiffrar, egendomliga blygråa glimmerskiffrar, mörka grafitiska skiffrar, amfibolitiska skiffrar m. m. Denna nu antydda utbildning hafva Selbuskiffrarne företrädesvis på sträckningen från Harsjöfjeld (S. om Öiungen, NV. om Röros) i S. till inemot Sonvandene i norr.[2] Nordligare, ända upp till trakten af Skjækerhatten, äro hithörande skiffrar ofta gneisiga, delvis t. o. m. utbildade såsom temligen grofva, brunaktiga eller gråa, stundom grönaktiga gneiser. Norr om Sjækerhatten hafva de en mera glimmerskifferartad habitus, närmande sig deras utseende S. om Sonvandene. De äro här granat- och stundom staurolitförande. (Jfr. profil fig. 52 sid. 93.)

Ett litet först af HAUAN uppmärksammadt parti af brun, granat- och staurolitförande glimmerskiffer förekommer i Holtsjöskarvene (N. om Holtsjön, NO. om Ålen i Guldalen).

[1] D. v. s. en grå eller gröngrå, sandig, vanligen tydligt skiktad bergart, i hvilken vissa lager äro späckade med hornblendenålar, som alla ligga parallelt skiktningen, men för öfrigt riktningslöst.

[2] Hit hörer, åtminstone till en del, hvad VOGT kallat »Dröiaskiffer», efter den lilla elfven Dröia något N. om Eidet i Guldalen. Trakten kring Dröia har emellertid en äfven för Trondhjemsfältet mycket oredig byggnad och är derför föga egnad att uppställas såsom typ. Jag har derför icke ansett mig böra gifva det af VOGT föreslagna namnet företräde framför det af mig i min uppsats »Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet» använda.

Bergarten är något finare än den typiska Selbuskiffern, hvilken den i öfrigt mycket liknar. Den har derför ock på kartan erhållit Selbuskifferns beteckning.

Der Selbugruppens skiffrar äro mindre starkt metamorfoserade, har i dem brun glimmer ej blifvit så rikligt utbildad, och deras färg är då öfvervägande grå. Ett godt tillfälle att se huru de bruna skiffrarne öfvergå till gråa har man S. om Harsjö fjeld, emedan det metamorfiska stråkets gräns här skär snedt öfver lagerstrykningen. I Harsjö fjeld är bergarten brun glimmerskiffer, icke starkt skiffrig, men mycket tydligt lagrad, i det att andalusitförande, vanligen omkr. 0,5 m. mäktiga lager omvexla med tunnare, ej andalusitförande. I fjälets vestra del finnas ett par små underordnade lager af fint grått kvartskonglomerat. Följer man detta lagerkomplex mot S. får man snart se, hurusom skiffrarne blifva mindre grofva och samtidigt allt mera gråa, och ett par kilometer S. om toppen af Harsjö fjeld äro de bruna skiffrarne försvunna i skifferzonens östra del, under det att de ännu fortsätta i dess vestra. Ännu något sydligare äro skiffrarne öfver zonens hela bredd öfvervägande rent gråa och derjemte finare, mera fyllitiska. Kring Follas dal äro de delvis nästan lerskifferartade.

Kalkstenar äro sällsynta inom Selbuskiffrarne. Några förekomma dock i partiet kring Guldalen och N. derom. Alla äro de temligen starkt kristalliniska och — så vidt kändt — ej fossilförande.

Fig. 54. Profil öfver Bithammeren V. om Gudå station.
(delvis efter BÄCKSTRÖM.)

s brun glimmerskiffer; *k* konglomerat; *G* ljus granit.

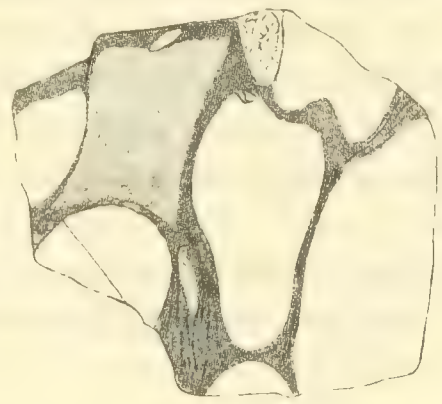
Förut har omnämnts det konglomerat, som i Trondhjemsfältets nordligaste del finnes i Selbuskiffrarne nära dessas öfre gräns. Ett liknande konglomerat förekommer på såsom det synes ungefär samma nivå i Bithammeren strax V. om Gudå station i Stjördalen. Det har blifvit utförligt beskrifvet af BÄCKSTRÖM, som dock ej vill anse det såsom ett verkligt konglomerat, utan såsom en art tryckbreccia.[1] Så vidt jag kunnat finna är bildningen ett verkligt, men starkt pressadt och metamorfoseradt konglomerat.[2] I följd af trycket äro bollarne mestadels starkt långsträckta, men partier med runda bollar finnas dock äfven, och man kan på sina ställen se, hurusom från sådana partier bollarne blifva i lagrets stryknings-riktning alltmera utdragna. Flertalet af bollarne består af brunaktig, finkornig, temligen glimrig kvartsit, mestadels ljus, stundom dock temligen mörk. De kunna godt härröra från kvartsitiska inlagringar, som finnas i de i V. angränsande skiffrarne. För öfrigt förekomma bollar af ljus kristallinisk kalksten, kornig kvarts och mörka, grönaktiga, glimriga bergarter, antagligen omvandlade grönstenar. Konglomeratets grundmassa är en lös, brun

[1] Om kvartskagelagren vid Gudå i Norge.
[2] Af samma uppfattning är äfven REUSCH (Geol. iakt. fra Trondhjems stift, s. 8.)

glimmerskiffer. Bollarne äro stundom så starkt pressade mot hvarandra, att de mindre hårda blifvit formade efter de hårdare. Se fig. 55 till venster.

Inom ett temligen stort fält, som från Budal utbreder sig mot S., äro gråa, fyllitiska skiffrar rådande, hvilka ej synas med fog kunna sammanföras med de omgifvande Singsås-skiffrarne. Jag har derför sökt utskilja dem från dessa. Trakten är emellertid föga undersökt, och de å kartan angifna gränserna derför ingalunda säkra. Dessa gränser hafva blifvit uppdragna med ledning af här förekommande grafitiska lager.[1] Sådana finnas visserligen i alla härvarande skiffergrupper, men de betydligaste synas ligga vid gränserna mellan

Fig. 55. Stuff från Bithammerens konglomerat. Skala 1 : 3.



grupperna. Så t. ex. det stora grafitskifferlager, som uppträder i Forelhogna, och hvilket derifrån kan mot N. följas till Nekåfjeld och Römundhaugen, och mot S. ända ned till Tönnas dal. Dylika grafitskifferlager, om än ej alltid lika mäktiga, äro kända nästan rundt om det ofvan nämnda fyllitfältet; jag har trott mig böra parallelisera dem med det nämnda i Forelhogna och följaktligen hänföra fyllitfältet sjelft till Selbugruppen. Det må dock medgifvas, att detta blott är en min subjektiva uppfattning, hvilken — om än sannolik — dock är långt ifrån bevisad. Jag anser dock säkert, att det stora fält, som utbreder sig S. om Guldalen mellan Stören och Eidet, icke är ett enhetligt skifferfält, såsom Kjerulf å sina kartor framställt det, utan ett fält med ganska komplicerad byggnad, och det är hufvudsakligen detta jag velat å kartan angifva.

Meraker-gruppen. Denna grupps bergarter äro öfvervägande gröna; de ansluta sig ock nära till grönstenar. De uppträda inom tvenne långsträckta fält eller zoner, hvilka dock nästan sammanhänga. Den sydligare och mindre af dessa zoner börjar något S. om Folla, V. om Tönset, och stryker upp till inemot Guldalen vid Eidet; den norra och större zonen börjar strax Ö. om den förras nordända och fortsätter med något vexlande bredd till Trondhjemsjältets nordligaste del.

Den södra delen af södra zonen har en petrografisk karaktär, som mycket påminner om Störengruppens. Den består nemligen öfvervägande af blekgröna, grofva, mot S. delvis sandstensaktiga skiffrar, ofta innehållande lager af grönstensskiffer. Denna karaktär bibehålles till något S. om gränsen mellan Hedemarkens och S. Trondhjems amt. Der börja skiffrarne att blifva mörkare och öfvergå nu temligen hastigt till mörka hornblende-

[1] För kännedomen om flera af dessa står jag i förbindelse hos Hr K. Hauan.

skiffrar. Orsaken härtill är, att zonen nu kommit in i det stora metamorfiska stråket, och dess bergarter hafva då undergått en förändring motsvarande den förut omnämnda i den vidliggande zonen af Selbuskiffer.

Den stora nordliga zonen är så att säga klufven längs efter genom Sulskiffrarnes hufvudzon och sålunda delad i tvenne delar, hvilka vi här kunna beteckna såsom den östra och den vestra parten. Inom den senare förekomma en mängd större och mindre grönstensmassor, synnerligast så på sträckningen mellan Guldalen och Merakerdalen; inom den förra åter äro grönstensförekomster mindre talrika, och de som finnas äro mestadels helt små. Härmed står säkerligen det förhållande i samband, att gruppens bergarter inom den vestra parten till en stor del hafva karaktär af mera oredigt sammanhopade massor, hvilka väl kunna vara skiffriga, men mestadels sakna utpräglad lagring, då deremot sådan är regel hos bergarterna i den östra parten.

Den vestra parten ligger helt och hållet inom det metamorfiska stråket, och dess bergarter äro följaktligen starkt metamorfoserade. Rådande äro mörka hornblendeskiffrar, i hvilka hornblendet ofta har en tendens till långstänglig utbildning. Stundom äro de granatförande. I hornblendeskiffrarne uppträda mycket ofta dioritiska bergarter såsom bankar och lagergångar.[1] Mestadels äro de små- till finkorniga och dels jemnkorniga, dels porfyriska. I senare fallet hafva de utseende af att vara omvandlade pyroxenbergarter; i deras hornblendepartier kunna stundom ännu pyroxenrester igenkännas, titanjernet är ersatt af titanomorfitmassor, i hvilka små korn af rutil der och hvar äro inströdda, de porfyriska plagioklaskornen äro mestadels omvandlade till ett aggregat af zoisit eller epidot. Såsom mera underordnade inlagringar i de amfibolitiska bergarterna förekomma ljusa, granulitiska skiffrar, äfven de stundom hornblendeförande, kloritiska skiffrar, bruna glimmerskiffrar samt mörka skiffrar med mörkt streck. Dessa sist nämnda uppträda företrädesvis i zonens södra del, så t. ex. i östra sluttningen af Spröiten (enl. K. Hauan), vid Sæteråen i Nedalen, i V:a sidan af Holtsjöhögden och vid bäcken Ö. om Nordaune säter, N. om Holtsjön. På sist nämnda ställe har Vogt funnit ett fossil, en *Dictyonema*, och på grund häraf vill han hänföra skiffern till »överste del af silurisk etage 2».[2] Då emellertid slägtet Dictyonema går ända upp i öfversilur, och då den i fråga varande är alltför illa bevarad för att kunna till arten bestämmas,[3] så kan den ej gifva något afgörande utslag i fråga om hvilken silurisk etage den nämnda skiffern tillhör.

Konglomerat äro sällsynta inom i fråga varande del af Merakergruppens bildningar; vid dessas botten hafva dock sådana på ett par ställen observerats, så t. ex. något N. om Eidet i Guldalen samt Ö. om samma ställe, vid Renåen, der denna böjer sig mot norr. Invid vestra gränsen af den södra zonen, der denna öfverskäres af Vandgröfta, finnes ett breccieartadt konglomerat med bitar af hvit, fingrynig kvartsit, hvit, småkornig kalksten, mörk lerskiffer, grönsten m. m. i en mörk, glimmerskifferartad grundmassa.

---

[1] I Merakerbanans skärningar i trakten kring Gudå station kan man på många ställen se, att nämnde dioriter gångformigt genomsätta de omgifvande skiffrarne (jfr. Kjerulf, Merakerprofilet), men de öfverskära dem aldrig tvärt, utan följa *närmevis* deras strykning och stupning. Detta kan möjligen bero derpå, att så väl skiffrarnes struktur som gångarnes nuvarande lägen påverkats af de starka veckningar och sammanpressningar, för hvilka hela bergmassan här varit utsatt.

[2] Overs. over Vid. Selk:s Möder. 1882, s. 12.

[3] Enligt mig af Prof. W. C. Brögger benäget lemnadt meddelande.

I den östra parten af Merakergruppens norra zon äro bergarterna, såsom redan nämndt, i allmänhet väl skiktade, och skiktningen blir allt tydligare och mera regelbunden ju längre mot Ö., d. v. s. med tilltagande afstånd från grönstenarne i V. Förherskande äro grönaktiga, halfmetamorfoserade sandstenar och lerstenar, stundom med porfyriskt inströdda biotitfjäll, s. k. glimmersandsten och glimmerlersten (KJERULF). På skiktytorna ses någon gång böljslag. Enstaka lager äro något kalkiga, och stundom ses skiktvis anordnade linsformiga utvittringar, i hvilkas botten finnes en lös, sandig och rostig massa, häntydande på att de varit jernspatrika körtlar. I vester, d. v. s. närmast den stora Sulskifferzonen, äro bäddar af grönsten ej sällsynta, men de försvinna nästan fullständigt mot Ö. Såsom underordnade inlagringar förekomma amfibolitiska och kloritiska skiffrar, samt äfven, mot zonens östra gräns, gråa fyllitiska skiffrar. Så t. ex. V. om Skalsjön. När så är fallet får lagerkomplexen en påfallande likhet med Hovingruppens, en likhet, som förhöjes genom närvaron af tunna konglomeratinlagringar. Sådana uppträda företrädesvis i och omkring St. Kölihaugen, der de finnas så väl vester som öster om den skifferzon, som framstryker i östra sluttningen af nämnde fjäll. De äro sällan mer än metertjocka, ofta tunnare. Bollarne bestå öfvervägande af sockergrynig kvartsit, äro mestadels väl rundade och nå intill en knytnäfves storlek. Både mot S. och mot N. blifva dessa konglomerat mindre grofva och mindre mäktiga och synas försvinna innan de nå Merakerdalen å ena sidan och Værdalen å den andra.

Närmast den stora Sulskifferzonen förändra sandstenarne och skiffrarne färg från grönt till brunaktigt, beroende på riklig utbildning af små biotitfjäll, en följd af närmandet till det stora metamorfiska stråket. Denna förändring kan tydligt iakttagas i Merakerbanans sprängningar, men äfven på många andra ställen både nordligare och sydligare.

I Tydalen äro hithörande bergarter något mera kristalliniska än längre norrut, men dock fortfarande öfvervägande grönaktiga. De förut omnämnda porfyriska biotitfjällen, hvilka i allmänhet, så t. ex. kring Merakerbanan, uppträda ganska sparsamt, finnas i Tydalens bergart, hvilken af HÖRBYE benämndes »Tydals lersten», ganska rikligt och gifva den en viss likhet med Stuedalsskiffer, finare än hvilken den dock i allmänhet är. Grundmassan i »Tydals lersten» utgöres af en finkristalliniskt skiffrig blandning af kvarts med rikligt klorit och ljus glimmer samt spridda korn af magnetit. De porfyriska biotitindividerna, hvilka i allmänhet hafva 1 à 1,5 mm. i tvärmått och ofta ligga tätt inströdda, äro regellöst orienterade i förhållande till bergartens skiktning. Stundom äro dessa biotitindivider kloritiserade. Mera sparsamt förekomma små strökorn af jernspat eller brunspat.

Sul-skiffer-gruppen. Hufvudmassan af till denna grupp hörande skiffrar är samlad i en jemförelsevis smal zon, hvilken öfver Sul i Værdalen stryker midt igenom norra delen af Merakergruppens område. Vid Sul kunna inom denna zon trenne petrografiskt något olika afdelningar särskiljas. De äro i ordning från Ö till V.: *a*) grå, sidenglänsande fyllit; *b*) svart skiffer med svart streck; *c*) brungrå, glänsande skiffer. Då emellertid det metamorfiska stråkets östra gräns går ungefär vid Sul, torde skiffern i afdelningen *c* vara blott en starkare metamorfoserad form af den i afdelningen *a* [1] och det hela utgöra

[1] Med full styrka inträder metamorfismen egentligen först omkr. 4 km. V. om Sul, ty först der blifva Merakergruppens gröna skiffrar utbildade såsom mörka hornblendeskiffrar. De närmast V. om Sulskiffrarne be-

en starkt sammanpressad trågbildning. Detta bestyrkes ock deraf, att något nordligare, i Törgranvola S. om Helgåen, finnes en mörk, delvis rostig skiffer lik den vid Sul, dock något hårdare,[1] hvilken på båda sidor är omgifven af grågrön, något grof fyllitisk skiffer. Den förut omtalade trågbugten, i hvilken Sulskiffrarnes zon slutar i norr, tillåter för öfrigt ej att uppfatta denna zon annat än såsom ett starkt sammanpressadt tråg. Men är den ett sådant, då kan man på grund af det anförda säga Suls skiffergrupp vara sammansatt af tvenne afdelningar, en undre bestående af grå till brun fyllit, allt efter graden af metamorfos, och en öfre bestående af mörk, temligen matt, ofta svafvelkishaltig och rostig skiffer med mörkt streck. Denna senare är dock utbildad egentligen blott inom mellersta delen af zonens utsträckning, d. v. s. från något S. om Sul till något N. om Helgåen.

Inlagringar af petrografiskt från hufvudbergarterna starkt afvikande natur äro öfverhufvud sällsynta i Sulskiffrarna. Sådana af grönstensskiffer och gröna skiffrar hafva observerats på flera ställen, men alltid föga mäktiga. Ett par körtlar af kalksten, delvis temligen starkt kristallinisk, förekomma Ö. och SO. om Merakers station. I den nordligare af dessa fann Reusch ett fossil, som han »mener at kunne tyde som en utydelig og presset favosites».[2] I en närliggande skiffer fann han äfven »graptolitlignende tegninger», bland hvilka han trodde sig kunna igenkänna en tetragraptus.

Sulskifferzonens gräns mot Merakergruppen är ej alltid rätt skarp, i det att vexellagringar mellan bådaderas bergarter kunna förekomma. Omkring 1 km. öster om Sulskifferzonen finnes i Merakergruppens bergarter ett lager af brun eller grå fyllit, lik Sulgruppens. Det är föga mäktigt, men kan dock följas från trakten NO. om Fongen fjeld åtminstone till Helgåen, d. v. s. en sträcka af minst 120 km. I betraktande af de starka

Fig. 56. Profil öfver St. Kjölihaugen. Skala 1 : 100000.

s grönbrun glimmersandsten och grof skiffer; *sk* mörkgrå, fyllitisk skiffer; s^1 gråbrun glimmersandsten vexlande med lerstensaktiga lager; s^2 grönbrun glimmersandsten och konglomerat samt mörkgrön glimmerlersten, väl skiktad; s^3 mörkgrön lersten med strökorn af svafvelkis och biotit; s^4 grågrön glimmersandsten, delvis grof; sk^1 grå fyllit och mörk skiffer, den senare graptolitförande; s^5 grågrön sandsten och grå skiffer, väl skiktade; s^6 grön glimmersandstensaktig skiffer; *k* kärfskiffer (Rörosgr).

veckningar, som förefinnas i dessa trakter, kunde det äfven tänkas, att nämnda skifferlager ej vore någon egentlig inlagring, utan en inklämd zon af Sulskiffer, detta så mycket mer, som andra dylika inklämda zoner finnas Ö. om Sulskiffrarnes hufvudzon. En sådan är det skifferstråk, som går förbi östra ändan af Fjergen mot N. till Insvand. Förherrskande i detsamma är en mörk skiffer lik den mörka vid Sul. I densamma fann Getz på östra sidan af St. Kölihaugen en del graptoliter, hvilka angifva en något högre nivå än grapto-

fintliga Merakerskiffrarne äro i Værdalen ljusare och finare än de pläga vara inom det egentliga metamorfiska stråket. Dettas gränser äro dock naturligtvis ej skarpa, utan från det höggradigt metamorfoserade området aftager metamorfismen så småningom utåt.

[1] I dessa mörka skiffrar skulle det antagligen för en paleontolog löna sig att söka graptoliter.

[2] Geol. iakt. fra Trondhjems stift, s. 9.

literne i Guldalen, och en nivå, som GETZ anser någorlunda säkert kunna »sættes med de laveste lag i oversilur».[1] Denna graptolitförande skiffer ligger med vestlig stupning inklämd mellan till Merakergruppen hörande lager med samma stupning, men GETZ anser den dock, och säkerligen med rätta, »liggende överst i lagrækken». Deraf följer då helt naturligt, att den bör sammanställas med Sulskiffrarne, hvilkas ålder således blir bestämd till äldre öfversilur, något som ock låter väl förena sig med REUSCH's förut omnämnda fynd af Favosites vid Meraker. Samme forskares supponerade Tetragraptus passar deremot ej lika väl, men den var, enligt R:s eget medgifvande, ingalunda med säkerhet bestämbar, och torde derför ej kunna tillmätas någon vigt.

Mellan Kölihaugens skifferzon och den stora Sulskifferzonen finnes en annan skifferzon, hvilken af petrografiska skäl blifvit på kartan likaledes hänförd till Sulskiffrarne. Denna zon är synlig något V. om Insvand, hvarifrån den blifvit följd omkring 12 km. mot S.

Paralleliseringen mellan Trondhjemsfältets östra och vestra delar. Enär Sulskiffrarne på ofvan angifna grunder måste antagas tillhöra den lägsta delen af öfversilur, så måste de närmast paralleliseras med Höilandets grupp, hvilken, såsom vi förut sett, är af ungefärligen samma ålder. Singsåsgruppen hafva vi förut paralleliserat med Störengruppen. Frågan blir då huru de mellanliggande grupperna, nemligen Hovingruppen i V. och Selbu- och Merakergrupperna i Ö., skola paralleliseras. Af petrografiska skäl synes det mig naturligast att sammanställa Hovingruppen med Merakergruppen, ty der denna senares bildningar aflägsna sig från grönstenarne, antaga de en habitus, som mycket påminner om den förras,[2] såsom redan i det föregående blifvit nämndt. Selbuskiffrarnes bildningstid skulle då ungefärligen sammanfalla med det afbrott i sedimentafsättningen, hvilket i V. markeras af Stokvola-breccian. Villigt må medgifvas, att denna paralleliseringär är fotad på något svaga grunder, men den synes dock sannolik och må derför få gälla tills bättre grunder kunna erhållas. Säkert synes emellertid vara, att Selbu-skiffrarne ej kunna paralleliseras med några bildningar äldre än silur. De försök, som på grund af en viss petrografisk likhet blifvit gjorda af både mig och andra[3] att sammanställa det metamorfiska stråkets skiffrar med Åreskiffrarne, måste uppgifvas. Dessa senare komma ej upp i de inre delarne af hvarken Merakers eller Værdalens profiler.

Mäktigheter. En fråga, som äfven borde beröras, är den om mäktigheten af de olika grupperna inom Trondhjemsfältet. Till ledning för besvarande af denna fråga föreligga emellertid inga ens närmevis säkra data. Tryggt kan dock påstås, att mäktigheterna äro mycket betydande. En bland de minst mäktiga grupperna torde Eknegruppen vara.

[1] Graptolitförande skifferzoner, s. 40. De graptolitformer GETZ anför från Kölihaugen äro: *Monograptus cfr. convolutus; Monograptus Halli* BARR. (?); *Rastrites sp.* (?)

[2] KJERULF paralleliserar ock *en del* af Merakergruppens sandstenar och lerstenar med Hovingruppens lager under benämningen »antaget silur» (se bladen Meraker och Stjördalen). Äfven SVENONIUS anser att Merakergruppens lerstenar ekvivalera lerstenarne i nedre Stjördalen (Hovingruppen). (Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde, 650.)

[3] SVENONIUS t. ex. anser de kristalliniska skiffrarne V. om Gudå i Meraker vara en uppressad sadel af samma skiffrar, som uppträda strax Ö. om riksgränsen (Åreskiffrar). »Minsta svårigheterna möter onekligen den hypotes, som låter 'det metamorfiske stråg' och bergarterna på gränsen ekvivalera» (l. c. sid 650.)

Dess sväfvande lager SV. om Ekne börja under fjordens yta och nå 368 m. öfver densamma. Mäktigheten torde derför ej kunna skattas lägre än omkring 400 m.

Brögger har försökt att beräkna mäktigheterna i Guldalen. I fråga om Störengruppen kommer han der till 1,300 m.; för Hovingruppen får han betydligt större tal, hvilka han dock anser böra reduceras på grund af böjningar, och häri har han säkerligen rätt. Men äfven om man reducerar så mycket som möjligt har man svårt att skatta Hovingruppens mäktighet i denna trakt lägre än 1,000 m. Det kunde synas som om de regelbundna och med nära lodrät stupning framstrykande zonerna inom Trondhjemsfältets norra del skulle erbjuda bekväma tillfällen att uppskatta mäktigheterna, men toge man dessa lika med zonernas bredder finge man dem säkerligen för stora, ty veckningar och sammanstufningar förekomma äfven här, derpå lemnar t. ex. Bithammerens profil ett exempel. Men äfven om man antager den verkliga mäktigheten blott vara $^1/_3$ af den skenbara, kommer man dock till stora tal. Så t. ex. för Singsåsgruppen 600—1,500 m., för Selbuskiffrarne 300—1,600 m. och för Merakergruppen ända till 3,000 m. Dessa tal anföras blott för att visa, att mäktigheterna i alla händelser måste vara högst betydliga.

Öfvergången mellan Trondhjemsfältet och Valders' silurfält. Inom så väl Trondhjemsfältet som Valdersfältet äro de hittills gjorda fynden af försteningar alltför sparsamma för att enbart på grund af dem olika afdelningar skulle vid en kartering kunna utskiljas. Inom Trondhjemsfältet finnas emellertid, såsom vi sett, så stora petrografiska vexlingar, att fältets indelning i lagergrupper derigenom icke blott möjliggöres, utan nödvändiggöres. Inom Valdersfältet deremot är förhållandet ett annat. Dess petrografiska enformighet lemnar ej annat val än att, synnerligast när det är fråga om en öfversigtskarta, gifva det hela en enhetlig beteckning. Men sydligaste delen af Trondhjemsfältet och nordligaste delen af Valdersfältet komma ganska nära hvarandra, och mellan dem finnas bildningar, hvilka hafva dels det ena, dels det andra fältets karaktär, och då uppstår frågan om dessa bildningars relationer.

De sydligaste kända förekomsterna af skiffrar, som kunna hänföras till Rörosgruppen, äro de S. vid Garmo, de i Ottadalen och de i Hedalen, samt möjligen äfven några V. om Kvam. Dessa skiffrar ligga omedelbart på Sevegruppens ljusa kvartsitskiffrar och under de fyllitiska skiffrarne, d. v. s. de intaga samma plats som blåkvartsetagen i Valders. Då dertill kommer, att blåkvartsetagen börjar uppträda först något S. om den trakt, der Rörosskiffern slutar, synes det ej oantagligt, att de båda ungefärligen motsvara hvarandra.

Ofvanpå Rörosskiffern i Hedalen följer en ganska mäktig bildning af grofva, grönaktiga, än mer, än mindre glänsande skiffrar. De äro väl utbildade i Svartkampen, som helt och hållet uppbygges af dem. Samma skiffrar finnas äfven i Torgerkampen N. om Kvam och — något mer fyllitiska — i Saukampen (amtskartans Blåfjeld, Ö. om Hedalsmuen). Petrografiskt likna de närmast Singsåsgruppens grynskiffer. De äro visserligen något mera fyllitiska än denna, men det är en regel i fråga om alla grönstensderivaterna, att de blifva finare med tilltagande afstånd från grönstensmassorna. Mot S. blifva de i fråga varande skiffrarne ännu mer fyllitiska och öfvergå i det stora fyllitfältet.

Om det är riktigt att, såsom ofvan skett, parallelisera Svartkampens skiffer i Hedalen med Singsåsgruppen, så följer, att någon motsvarighet till Brekskiffern ej der finnes.

Detta stämmer ock dermed, att i Gausdal hela den lägre delen af undersiluren synes saknas, såsom i det föregående är nämndt.

Ofvanpå Svartkampens skiffer ligger en grå fyllit, ej särdeles mäktig, se fig. 59; derefter komma matta, blekgröna skiffrar, som petrografiskt mycket likna Störens, men äfven Merakergruppens, sådana dessa äro utbildade i den sydligare af dennes båda zoner. Med Störenskiffrarne kunna de, på grund af det ofvan om Svartkampens skiffrar sagda, ej paralleliseras, och då finnes för dem ingen annan analogi än Merakergruppen.

Vid Ottadalens mynning i Gudbrandsdalen öfverlagras nämnda gröna skiffrar af grå eller brunaktig fyllit, hvars skiktytor stundom äro beströdda med hornblendenålar. I öfverensstämmelse med de ofvan antagna paralleliseringarne måste denna fyllit sammanställas med Sulskiffrarne och således — intill dess möjligen fossilfynd kunna bestämma annorlunda — betraktas såsom öfversilurisk.

I den tunga af silur, som förbi Tessevand skjuter ned mot S. mellan Jotunheimens gabbromassor, försvinna Trondhjemsfältets karaktärer ännu hastigare än i de nyss omtalade trakterna kring Gudbrandsdalen. S. om Vågevand förekommer något Rörosskiffer mellan de der såsom vacker högfjällskvartsit utbildade Sevegruppens lager och de siluriska skiffrarne, men sydligare synes den saknas. Vid den motsvarande gränsen N. om Lemon vand finnes ett ganska mäktigt och i strykningsriktningen åtminstone 4 à 5 km. långt lager af serpentinkonglomerat bestående af intill 30 à 40 cm. långa och vanligen väl rundade bollar af serpentin inbäddade i en stundom tydligt skiktad grundmassa, som har utseende af serpentingrus. Enär den serpentin, af hvars detritus konglomeratet bildats, med stor sannolikhet kan antagas tillhöra den inom Rörosskiffrarne vanliga serpentinhorisonten, måste konglomeratet vara yngre. Det kan derför uppfattas såsom en de siluriska skiffrarnes bottenbildning i denna trakt. Dessa skiffrar sjelfva äro NO. och Ö. om Tessevand dels gröna, dels brunaktiga eller grå. Mot S. försvinna de grönaktiga skiffrarne dock snart, och S. om Tessevand äro grå fylliter med alunskifferartade inlagringar enbart rådande inom siluren.

Några drag ur siluraflagringarnes bildningshistoria. Sedan nu de hufvudsakliga af vårt områdes siluraflagringar blifvit omnämnda, kunna vi försöka att sammanställa några spridda drag af deras bildningshistoria.

Den sänkningsperiod, under hvilken Sevegruppen aflagrades, efterträddes mot den algonkiska tidens slut af en höjning, åtminstone i öster, der sparagmitlagren då blefvo utsatta för erosion, såsom deras förut omnämnda förhållande till siluren flerstädes visar. Men mot silurtidens början inträdde en ny sänkning, företrädesvis i söder och öster, der de gamla landmassorna funnits. Hela vårt område blef nu så småningom haf, ur hvilket dock der och hvar öar eller ögrupper höjde sig. En ö var t. ex. Jotunheimen, ty närmast den saknas, såsom nämndt, primordiala och äldre undersiluriska lager, en annan ö var Dovre och Troldheimen, mot hvilkas bergmassor Brekskiffrarne nu utkila. I Glötetrakten synes äfven hafva varit land under primordialtiden. Möjligen var der då nordranden af en stor ö, som upptogs af Dalasandstenens område och angränsande trakter i söder och öster. Vidare torde större öar hafva höjt sig Ö. och SO. utmed det nuvarande

Trondhjemsfältet, så att dettas silurbäcken endast genom några sund stod i förbindelse med det stora silurhafvet i S. och Ö.[1]

Genom den nämnda sänkningen i söder och öster hade åt dessa håll redan vid början af silurtiden en stor hafsvidd bildats, som antagligen sträckte sig långt utom det nuvarande Skandinaviens gränser. Här herrskade lugna förhållanden, här frodades en rik marin fauna, som gaf upphof till mäktiga fossilförande kalkaflagringar; men annorlunda gestaltade det sig i nordvest. Der ingrepo vulkaniska krafter upprepade gånger. Redan under den senare delen af Sevegruppens tid hade grönstenseruptioner här börjat. De förnyades, ehuru svagare, under Rörosgruppens tid. Från Brekskiffrarnes tid kunna blott några jemförelsevis obetydliga yttringar af dem spåras i trakterna kring de inre delarne af Trondhjemsfjorden, men sedan bröto de åter fram med förnyad kraft, hufvudsakligen koncentrerande sig på en i ungefär N.—S:lig riktning strykande linie inom vestra delen af Trondhjemsfältet. Detta var Störengruppens tid. En rad vulkanöar höjde sig nu ur hafvet, och kring dem aflagrades massor af vulkaniskt material, hvilket — än mer, än mindre bearbetadt af vattnet — gaf upphof till de gröna bergarter, som nu äro så utmärkande för sagda grupp. Omsider afstannade den vulkaniska verksamheten, och lugnare förhållanden inträdde; Selbuskiffrarne kommo då till aflagring. Snart började dock eruptionerna på nytt, men de hade nu flyttat sig längre mot Ö. Äfven nu skedde hufvudutbrotten efter en i N.—S. förlöpande linie. Vi kunna ännu spåra den från Hyllingen öfver Melshogna upp till Fonfjeld vid Meraker (»Melshognas linie», KJERULF). Åter uppstodo vulkanöar och åter afsattes väldiga massor af vulkaniskt sediment, bildande hvad vi nu känna såsom Merakergruppens lager.

Det kan sägas vara en allmän regel, att der mäktiga sedimentafsättningar försiggå, der sänker sig äfven samtidigt undergrunden, och så synes äfven hafva skett inom Trondhjemsfältet under dessa tider. Härpå torde till en del bero, att Brekskiffrarne på många ställen saknas vid fältets utkanter. En annan verkan af sänkningen i förening med de på djupet arbetande plutoniska krafterna kan möjligen hafva varit en uppvärmning och delvis metamorfos af de mest sänkta partierna samt granitmassors inträngande i dem.

De stora slammassor, som genom de eruptiva processerna tillfördes, och kanske ännu mer de vulkaniska gaser, af hvilka vattnet förgiftades, synas hafva gjort hafvet inom och i närheten af de trakter, der eruptionerna egde rum, otjenligt såsom vistelseort för organismer. De äldre silurlagrens inom Trondhjemsfältet brist på fossil har säkerligen samma orsak som deras egendomliga petrografiska beskaffenhet, nemligen de vulkaniska eruptionerna, och dessas verkningar synas hafva sträckt sig långt utom det egentliga Trondhjemsfältet, ty fattigdomen på kalkstenar och bristen på försteningar inom den vestra silurfacies öfver hufvud, såväl i Valders som i vestra Jemtland, torde utan tvifvel bero på samma orsaker som inom Trondhjemsfältet. Först när i detta eruptionerna flyttat sig mot Ö. och med detsamma mera normala förhållanden inträdde i V., började der organismer invandra. Detta skedde under den senare undersiluriska tiden, och de första invandrarnes rester finna vi nu Hovingruppens lager.

[1] En liknande åsigt uttalar äfven HÖGBOM, l. c. sid 63.

Under den följande tiden — Höilandsgruppens tid — inträffade åter några grönstenseruptioner inom vestra delen af Trondhjemsfältet, de sista yttringarne af den här nu bortdöende vulkaniska kraften, men dessa eruptioner voro för obetydliga för att väsentligt störande inverka på det organiska lifvet. Förhållandena fortforo att utvecklas i normal riktning; Höilandets öfversiluriska lager angifva så väl genom sin petrografiska beskaffenhet som genom sin rikedom på fossil, att de orsaker, som förut betingat den säregna utbildningen af Trondhjemsfältets silurlager, nu hade — om än ej fullständigt upphört — så dock i högst betydlig mån försvagats.

Efter någon tid började dock nya förändringar att inträda, nu i form af veckningar och sammanpressningar. De förut bildade lagren blefvo delvis höjda och i följd häraf eroderade, hvilket åter i vester gaf upphof till nya aflagringar, Eknegruppens konglomerat och sandsten. Dessa äro de sista af sedimentafsättningar registrerade data i vår trakts prekvartära geologiska historia. Dennas senare skeden kunna vi blott skymta i spåren efter de väldiga omstörtningar, som nu började, och om hvilka längre fram skall blifva tal.

Postalgonkiska eruptiver.

Trondhjemsfältets eruptiver. [1]

Såsom af det i det föregående om Trondhjemsfältets sammansättning anförda framgår, spela *grönstenar* inom detsamma en mycket vigtig rol. Af andra eruptiva bergarter äro egentligen blott *graniter* här af någon betydelse; *porfyrer* förekomma visserligen äfven, men endast helt underordnadt.

Grönstenarne uppträda, såsom redan nämndt, hufvudsakligen på tvenne stråk, ett vestligt följande Störengruppens utbredning, ett östligt följande Merakergruppens. Till utseende och beskaffenhet äro de ganska vexlande, beroende dels på ursprungligen olika utbildning och dels på de sekundära förändringar, som de i större eller mindre grad varit underkastade.

När i något af Störengruppens grönstensmassiv sjelfva kärnan är åtkomlig och bergarten i den någorlunda frisk, synes den i regeln vara en medelgrof, olivinfri men temligen biotithaltig och stundom hyperstenförande gabbro. Sådan har jag sett t. ex. i Vardesjöberg på Dovre [2] och äfven i Insetmassivet. [3] Denna gabbro dioritiseras lätt och

[1] Enär i fråga om eruptiverna det befintliga äldre materialet i allmänhet kunde anses brukbarare än i fråga om de lagrade bergarterna, har jag under mina resor egnat de förra jemförelsevis mindre uppmärksamhet. Jag kan derför här blott i största korthet skissera hufvuddragen af deras geologi sådan jag uppfattat den.

[2] Der gångformigt genomsatt af en olivinförande gabbro, rik på brunt hornblende.

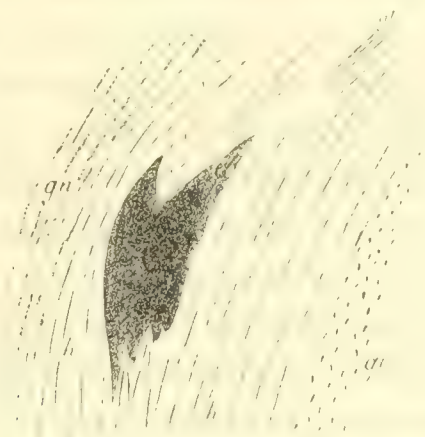
[3] KJERULF uppfattar bergarten i Inset-massivet såsom en granit. Jag har ej sett den mer än i trakten kring Stuen och derifrån efter chausséen till Austbjerg och Inset, men der är den en medelgrof gabbro eller gabbrodiorit, stundom visserligen rätt ljus, något kvarts- och glimmerförande, men dock i alla händelser en plagioklasbergart. Ofvanpå den ligger i fjället S. om Stuen (således inom Kjerulfs granitmassiv) gröna massor, som se ut att vara omvandlade grönstenstuffer. Verklig granit har jag i denna trakt sett blott såsom gångar. De sydligaste och vestligaste delarne af det område KJERULF utmärkt såsom granit har jag ej besökt, men antagligen gälde KJERULFS bestämning i främsta rummet bergarten kring chausséerna.

öfvergår i gabbrodiorit och till sist i s. k. eufotid. Sådan är känd från Meldalen och från Valfjeld. Kring dessa gabbrokärnor sluta sig finkornigare hornblende- och kloritförande bergarter, hvilka dels synas vara omvandlade grönstenar, som ursprungligen varit utbildade med ythabitus,[1] och dels omvandlade grönstenstuffer.

Der grönstensmassorna icke äro omgifna af sina derivater, utan af äldre lager, d. v. s. der de blifvit genom denudation blottlagda till relativt större djup, äro de mestadels rena och friska gabbrobergarter. Ett litet sådant massiv finnes S. vid Mælsjön i Enundens dal.[2] Bergarten är här en vacker, medelgrof, biotit- och hyperstenförande gabbro.[3] Ett annat dylikt är det af KJERULF flera gånger omnämnda massivet vid Öiungen NV. om Röros. Äfven här är bergarten en medelgrof gabbro, i hvilken emellertid brunt hornblende spelar en större rol än pyroxenmineralen; stundom är den något olivinförande.

Till i fråga varande art af gabbroförekomster kan äfven räknas Hermansnasen S. om Værdalen. Detta lilla men från sin omgifning skarpt markerade fjäll består af en af amfibolitiska och andra skiffrar omgifven gabbrokörtel. Se nedanstående skiss. Gabbro

Fig. 57. Kartskiss öfver Hermansnasen.



G gabbro; *gn* gneis (Selbugruppen); *h* hornblendeskiffer; *gl* mörk glimmerskiffer; *gr* ljus, flasrig granit,

förekommer der i flera varieteter, som dock kunna inordnas under tvenne hufvudtyper, den ena mörk, den andra ljus, grönaktig. Af bådadera finnas småkorniga till grofkorniga afarter, samt derjemte gångformigt uppträdande storkorniga utskiljningar. Den ljusa afarten innesluter brottstycken af den mörka och genomsätter den äfven i form af oregelbundna gångar strykande ungefär N.—S. Bådadera genomsättas af gångar af ljus, finkornig granit. Den mörka gabbron är en i regeln särdeles frisk olivingabbro; den ljusa deremot är starkt omvandlad, den skulle kunna betecknas såsom en saussuritgabbro. Möjligen kan den senare vara blott en omvandlingsform af den förra, uppkommen kring sprickor, som bildats i samband med de omgifvande lagrens veckning.[4]

I Melshogna och i Hyllingen förekommer äfven ganska frisk och delvis temligen grof gabbro, hvilken i allmänhet synes vara föga eller icke olivinhaltig, men fläckvis

[1] Ofvanför Kalstad i Meldalen finnes t. ex. en bergart, hvilken under mikroskopet har utseende af en starkt omvandlad småkornig och något mandelstensartad diabas.

[2] På gränsen mellan Kristians och S. Trondhjems amt.

[3] I de undersökta profven olivinfri.

[4] Enär denna möjlighet framställde sig för mig först vid granskningen af de hemförda stufferna, har jag ej kunnat på stället kontrollera dess sannolikhet.

kan vara mycket olivinrik. Öfriga inom Merakergruppen uppträdande grönstenar äro i regeln dioritiska. Så äro äfven de små grönstensförekomsterna i Rörosskiffrarne kring Aursundens vestra del. Tronfjelds grönsten, hvilkens omgifning äfven antagits tillhöra Rörosskiffrarnes grupp, är i sin friskaste form en småkornig olivingabbro, i hvilken dock olivinen stundom är så öfvervägande, att den nästan utträngер de öfriga beståndsdelarne. Bergarten är då ofta starkt serpentiniserad.

Graniter och porfyrer. I det stora flertalet af Trondhjemsfältets granitförekomster är bergarten en ljus, medelgrof, jemnkornig biotitgranit, hvilken KJERULF kallat »Dovregranit» eller »den hvide granit». Dess hufvudsakliga utbredning sammanfaller med det stora metamorfiska stråkets, inom hvilket den uppträder såsom ett par större och en mängd mindre massiv, samt dessutom såsom otaliga gångar, synnerligast så inom Trondhjemsfältets norra del. Granitförekomster af samma typ finnas dock äfven utanför det stora metamorfiska stråket, så t. ex. de små massiven S. om östra ändan af Selbu sjö och det i Örkedalen N. om Rennebu. [1]

I de till i fråga varande granit hörande gångarne har bergarten dels samma utseende som i massiven, ehuru vanligen något finkornigare, dels är den kvartsigare, i hvilket fall biotiten mestadels är ersatt af muskovit. Bergarten får då en pegmatitisk habitus, men är derför icke alltid grofkornig. Sådana kvartsiga granitgångar kunna, när de tunna ut, öfvergå i nästan ren, grynig kvarts. I de mörka skiffrarne vid Garbergselfven Ö. om Selbu finnes en egendomlig varietet af hithörande gångar, bestående af en hvit, felsitisk massa med porfyriskt inströdda korn af brunspat.

Granitmassiven uppträda företrädesvis i dalarne, så t. ex. vid Fokstuen på Dovre, vid Kvikne, vid Singsås och vid Eidet i Guldalen, vid Garbergselven Ö. om Selbu, m. fl. ställen. Intressant är det lilla massivet vid Eidet. Det höjer sig kupolformigt upp under skiffrarne till omkr. 100 m. höjd öfver dalbottnen, men når ej upp till de öfre delarne af dalsidorna. Der äro skiffrarne rådande, dock genomsatta af några från den underliggande graniten utgående gångar. Funnes ej här Gulas djupa dalskärning, då vore sjelfva granitmassivet fullkomligt doldt under skiffrarne. När nu graniten, såsom nämndt, uppträder på analogt sätt i bottnen af dalarne på flera och delvis hvarandra närbelägna ställen, får man ovilkorligen det intryck, att om denudationen bortfört t. ex. 500 m. mer af skiffrarne, skulle granitmassiven visa sig betydligt större och mera sammanhängande. [2]

På båda sidor om Dovregranitens utbredningsområde uppträda inom Trondhjemsfältet några granitförekomster af visserligen närstående, men dock något afvikande typer. I vester är den bekanta graniten vid Ilsviken V. vid Trondhjem den mest betydande.

[1] I Trondhjemsfältets norra del finnes V. om det metamorfiska stråket, nemligen i Stortjernfjeldene Ö. om Mokkavand, ett litet parti, som KJERULF hänfört till Dovregranit. Denna bestämning har jag ej velat frångå, då jag ej haft tillfälle att närmare undersöka förekomsten, men jag anser den dock något tvifvelaktig. Bergarten på stället har nemligen ej något rätt granitiskt utseende, utan gifver mera intryck af en starkt knådad urbergart. Den är mestadels ljus, felsitisk, men ganska vexlande till utseendet, ofta grönfläckig eller grönstrimmig. Der den synes vara mest normal liknar den en småkornig granitgneis. Inneslutna i bergarten förekomma gröna skifferflak ordnade parallelt med de omgifvande skiffrarnes strykning.

[2] Angående Dovregraniten och dess uppträdande må för öfrigt hänvisas till KJERULF, Udsigten s. 144.

Den är en ljusgrå, stundom något grönaktig, medelgrof, jemnkornig biotitgranit med ett något protoginartadt utseende. Den bildar en stor körtel i Störenskiffrar, samtidigt med hvilka den synes hafva blifvit böjd och dervid starkt förskiffrad på körtelns konvexa sida. Äfven denna granit utsänder gångar i de omgifvande skiffrarne. I riktning från Trondhjem mot NO. finnas några små förekomster af liknande granit, nemligen på Ladeodden, på vestra sidan af Frosten och V. vid Nordviksundet. Hit hör möjligen äfven en gneisig bergart, som förekommer i Störenskiffern Ö. vid södra ändan af Skarnsundet.

Öster om Melshognas och Hyllingens gabbromassor finnas några små förekomster af ljus, medelgrof, glimmerfattig granit uppsättande i Merakergruppens skiffrar, af hvilka brottstycken finnas inneslutna i graniten. Ett annat litet parti af ljus granit finnes Ö. invid riksgränsen N. om Skurdalssjön.

Der inom Trondhjemsfältet granit och grönsten uppträda tillsammans, visar sig, såsom redan KJERULF anmärkt, graniten ständigt vara den yngre. Den genomsätter nemligen grönstenarne gångformigt och innesluter brottstycken af dem. Så t. ex. vid Singsås, Eidet, Öiungen, Trondhjem och Fokstuen. De ställen, der förhållandet mellan granit och grönsten sålunda kunnat bestämmas, gälla emellertid endast Störengruppens och Merakergruppens grönstenar. Granitens ålder relativt till Höilandets grönstenar måste lemnas oafgjord, enär — så vidt mig bekant — granit ej kommer i kontakt med dem. Ej heller känner jag några granitgångar i Sulskiffrarne, ehuruväl sådana ej äro sällsynta i dessas närhet. Skulle framtida undersökningar bekräfta frånvaron af granitgångar så väl på Höilandet som i Sulskiffrarne, då kunde dermed anses så godt som bevisadt, att granitens eruptionsperiod infallit vid slutet af den undersiluriska tiden.

Bland de gångar, som åtfölja Dovregraniten, äro en del ljusa porfyrer. Men porfyrgångar af annan art, hvilka ej — så vidt kan ses — stå i samband med graniten, förekomma äfven, nemligen flerstädes inom Hovingruppens zon mellan Meldalen och Guldalen. Äfven nordligare hafva sådana gångar observerats, såsom vid chausséen genom Sjölen vid Nidelven, vid jernvägen vid Rotvold Ö. om Trondhjem och i stenbrottet Ö. vid nämnda stad. Dessa porfyrer hafva mycket vexlande utseende och äro i allmänhet starkt pressade och omvandlade. De af dem på Höilandet, som se ut att vara mest normala, såsom i Grimsåsen och N. om Holsäter, bestå af strökorn af plagioklas, ortoklas och något kvarts i en temligen mörk och äfven under mikroskopet nästan tät grundmassa med särdeles vacker fluktuationsstruktur. En annan porfyrvarietet från Grimsåsen har ett helt annat utseende. Den består af en makroskopiskt nästan tät, gulgrå grundmassa, i hvilken ses spridda, smala, 4 à 5 mm. långa lister af en hvit, lös, nästan mjölig substans, som fräser starkt för syra. Under mikroskopet visar sig denna substans vara ett finkornigt, delvis något trådigt aggregat af kalkspat med inblandade små korn af kvarts, tydligen en psevdomorfos, möjligen efter någon kalkrik plagioklas. Ganska friska, mera isomert utbildade strökorn af plagioklas finnas derjemte, äfvensom sådana af ortoklas och — i mindre mån — af kvarts.

Gångarne vid Sjölen och Rotvold äro grönaktiga och bestå af strökorn af fältspat och kvarts i en finkristallinisk och något skiffrig grundmassa uppfylld af kloritfjäll och små epidotstänglar. Denna grundmassa påminner rätt mycket om massan i en del gröna skiffrar, men strökornen i förening med det gångformiga uppträdandet måste anses afgö-

rande för i fråga varande bergarters porfyrnatur, och likheten med skiffrarne torde bero derpå, att bådadera varit utsatta för samma metamorfiska processer.

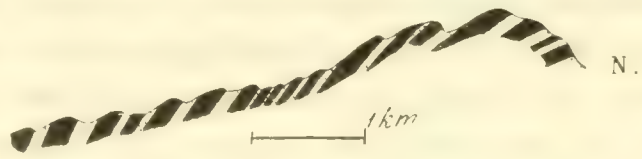
Postalgonkiska eruptiver utom Trondhjemsfältet.

Granit. Kring öfre Oldensjön och derifrån mot N. till riksgränsen utbreder sig ett massiv af en i allmänhet grå eller svagt rödlett temligen grof, jemnkornig, stundom något flasrig biotitgranit. I vester gränsar den mot porfyr, i öster mot siluriska skiffrar. Mot bådadera blir den finkornig och porfyrisk med strökorn af både kvarts och fältspat i en mikropegmatitisk grundmassa. Vid forsen N. om Ytterolden kommer sådan porfyrartad granit i kontakt med en till siluren hörande blåaktig kvartsit. Båda bergarterna äro här intimt blandade med hvarandra, i det att graniten såsom små, oregelbundna ådror genomsätter kvartsiten. En annan kontaktpunkt mellan graniten och siluren har observerats V. om Hotagen. Den siluriska lerskiffern stupar här in emot och afskäres tvärt af graniten. Närmast kontakten är skiffern hård och ljus till några decimeters bredd. [1] Dessa kontaktförhållanden måste anses bevisa, att graniten är yngre än de angränsande silurlagren.

I Jäfsjöhatten (riksröse 179) och kringliggande fjäll finnes en granit, som mycket liknar den vid Olden och på samma sätt som den blir porfyrisk mot kontakten med så väl silur som porfyr. Hur långt mot N. denna granit sträcker sig är mig obekant. Den gråaktiga, något flasriga granit, som förekommer Ö. om Græssåmo, synes vara en annan.

Ottfjällsdiabas. I fjällen S. om Ottsjön i Jemtland och vidare mot S. förbi Storsjön i Herjedalen till Låssen och Tennäs förekomma talrika och som det synes gruppvis uppträdande gångar af en egendomlig, mestadels porfyriskt utbildad olivinförande diabasart, hvilken efter Ottfjället blifvit benämnd »Ottfjällsdiabas». [2] Gångarne nå ofta en mäktighet af 50 m., undantagsvis t. o. m. af 100 m., och uppträda stundom så tätt, att mellanrummen mellan dem ej äro större än deras bredd. Se nedanstående fig. I Norge

Fig. 58. Profil öfver Ottfjällets östra del (efter HOLMQUIST).



Svart Ottfjällsdiabas; *prickadt* kvartsit.

finnes en grupp diabasgångar af samma typ i Hummelfjeld; [3] för öfrigt äro sådana ej der kända utom på ett par ställen invid riksgränsen (Haftorstöten, Gråsiden S. om Stuesjö).

Ottfjällsdiabasens grundmassa består i friskt tillstånd af en något mörkfärgad plagioklas och en ovanligt ljus augitart. Såsom strökorn uppträda 3 à 5 mm. långa plagioklas-

[1] Jemför Hochgebirge, s. 48.

[2] Jfr A. E. T. Om Sveriges vigtigare diabas och gabbroarter. K. V. A. Handl. 14: 13, s. 25.

[3] KJERULF betecknar Hummelfjelds grönsten såsom ett massiv och säger den vara »en af de vældigste dioritmasser på Kjölens formurs linie» (Uds. s. 214). Jag kan ej förklara detta på annat sätt, än att han aldrig sjelf varit på Hummelfjeld, utan bildat sin uppfattning af dess grönsten på grund af andras uppgifter.

individer samt något mindre och makroskopiskt föga framträdande korn af olivin, hvilka i följd af rikligt inmängdt mörkt stoft äro fullkomligt svarta.[1] Bergarten har en äfven för diabaser ovanligt stark omvandlingsbenägenhet beroende förnämligast derpå, att dess augit mycket lätt omsättes i ett grönt amfibolaggregat. I följd af dels olika grad af porfyrisk utbildning och dels mer eller mindre framskriden omvandling kan bergartens utseende vara mycket skiftande, och den är derför ej alltid lätt att makroskopiskt igenkänna. Mikroskopiskt möter deremot dess identifiering inga svårigheter om blott några friska partier af dess ljusa augit och mörka olivin ännu finnas kvar. När så ej är fallet kan rikedomen på och anordningen af de gröna omvandlingsmassorna vara ett brukbart om än något osäkrare igenkänningstecken.

Ottfjällsdiabasen har ej blifvit observerad i kontakt med siluriska bergarter. Af skäl, som längre fram skall anföras, kan emellertid dess ålder bestämmes till postsilurisk.

I trakten mellan Olden och Jäfsjön i nordvestra Jemtland förekomma flerstädes gångar af en diabasart, som liknar starkt omvandlad Ottfjällsdiabas, men är något gröfre och föga eller alls icke porfyrisk. Dess fältspat har samma utseende som Ottfjällsdiabasens, men i alla prof, som jag undersökt, fanns ej spår af frisk vare sig augit eller olivin, och identifieringen kan derför ej blifva fullt säker. Men enär den ifrågavarande diabasen ej liknar någon annan i våra fjälltrakter förekommande diabasart än Ottfjällsdiabasen, och då den genomsätter Oldens granit och i följd häraf måste antagas vara postsilurisk, synas goda skäl förefinnas att sammanställa den med Ottfjällsdiabasen, hvars starka omvandlingsbenägenhet den i hög grad besitter.

Bland postalgonkiska eruptiver återstår endast att nämna den antagligen devoniska rombporfyren i Brumunddalen NNV. om Hamar. Enär denna bergart ej spelar någon rol i fjällproblemet, må här endast hänvisas till den utförliga beskrifning, som H. Bäckström lemnat af densamma.[2]

[1] Bland andra jemtländska block, som finnas kringströdda på stranden af Frosten vid Trondhjemsfjorden, förekomma äfven sådana af en makroskopiskt nästan tät Ottfjällsdiabas med strökorn endast af olivin. I fast klyft har jag ej sett denna varietet.

[2] Se litteraturförteckningen.

Urberg och försiluriska eruptiver.

Kring de stora algonkiska och siluriska fälten utgöres berggrunden af urberg och gamla eruptiver, och sådana finnas äfven i större och mindre partier mångenstädes inom sagda fälts områden. Vi skola nu taga en öfverblick öfver dessa gamla bergarter till den utsträckning, som kan vara erforderlig för detta arbetes syfte.

Jotun. Invid vestra kartgränsen synes N. om Bygdin och Vinstervandene en del af Jotunheimens stora gabbroområde.[1] I dess vanligaste form är den s. k. Jotungabbron en medelgrof till småkornig, fältspatrik bergart med hypersten och omfacit såsom mörka mineral, till hvilka stundom kommer litet hornblende och biotit. I följd af fältspatrikedomen är bergarten temligen ljus, och då den ofta är något flasrig kan dess utseende stundom vara nästan gneislikt. Flasrigheten beror på en starkt utbildad kataklasstruktur, och sådan finnes — ehuru i mindre grad — vanligen äfven i de ej tydligt flasriga varieteterna. I allmänhet har Jotungabbron »under mikroskopet utseende af att hafva blifvit sönderkrossad och åter hopkittad».[2] Kataklasstrukturen gör bergartens ursprungliga struktur i mer eller mindre grad otydlig, dock kan man med bestämdhet se, att denna väsentligt skiljer sig från den strukturform, hvilken plägar utmärka gabbroarter i allmänhet, och som äfven återfinnes hos dem i Trondhjemsfältet. Jotungabbron är nemligen rent allotriomorft kornig. Fältspaten visar ingen tendens till idiomorf utbildning, utan uppträder, liksom de öfriga beståndsdelarne, såsom oregelbundet kantiga korn.[3] Under mikroskopet gör bergarten derför ej rätt intryck af att vara en gabbro; den påminner mer om en annan bergartstyp, den nemligen, till hvilken pyroxengranuliten i Sachsen, pyroxengneisen (graniten) vid Varberg m. fl. höra. Denna nu beskrifna struktur tillkommer icke blott Jotunfjällens hufvudbergart, utan den återfinnes äfven i finkornigare och pyroxenrikare gångar, som genomsätta denna. Sådana gångar hafva observerats t. ex. vid Uludalstjernarne (något V. om kartgränsen).

Jotungabbrons mineralsammansättning är ganska vexlande. I en del varieteter är plagioklasen labrador, i andra har den ungefär andesinens egenskaper, och då åtföljes den

[1] På kartan är här med gabbrons färg betecknad icke blott den egentliga s. k. gabbron, utan äfven en del densamma åtföljande och med densamma säkerligen genetiskt nära förbundna mer eller mindre skiffriga amfibolbergarter.

[2] SJÖGREN, A. Gabbroarter från Jotunfjällen. G. F. f. Bd 6, s. 372.

[3] Ett prof från Memurutungen visade emellertid ren diabasstruktur.

af mikropertit i större eller mindre mängd. När denna senare är förherrskande, såsom ej sällan händer, närmar sig bergarten augitsyeniterna till mineralsammansättning, ehuruväl ej till struktur.

Jemte dessa fältspatrika bergarter förekomma andra, som äro fältspatfria. I dem är olivin hufvudbeståndsdelen. För öfrigt innehålla de samma mörka mineral som de fältspatrika afarterna, nemligen hypersten och omfacit, samt stundom hornblende och äfven glimmer. Dessa olivinbergarter torde således kunna betecknas såsom lherzoliter. Såsom mellanformer mellan dem och de fältspatrika kunna vissa pyroxen- och amfibolrika, men fältspatfattiga och olivinfria afarter anses.

Lherzoliterna uppträda såsom större och mindre vanligen temligen platta körtlar bland de öfriga gabbroarterna. Öfverhufvud tyckas gabbromassorna — åtminstone inom de af mig bäst kända nordöstra delarne af fältet — vara en sammanhopning af liggande körtlar, skilda genom amfibolskiffrar, stundom äfven genom mörka, glimmerskifferartade bergarter. Huruvida detta uppbyggningssätt är primärt kan emellertid anses tvifvelaktigt i betraktande af de starka tryckfenomen, som bergarternas inre struktur nästan öfverallt visar.

Mot fältets utkanter blifva amfibolitiska, delvis granatförande skiffrar allt vanligare och slutligen enarådande. Närmast utanför dem förekomma flerstädes gneisartade bergarter, dels gneisgraniter, dels mera typiska gneiser. Så t. ex. vid Tessevand, N. om Vagnsmjösen och i fjälltrakten mellan Murudalen och Hedalen. I sist nämnda trakt kan man se, hurusom gneiserna äro mycket nära förbundna med Jotunheimens amfibolbergarter. I östra sluttningen af Murudalen anstå sådana, ofta granatförande och delvis tydligt skiktade. De fortsätta mot Ö. upp på fjällplatån, dock allt mera interfolierade med gneisiga lager, det hela bildande en ganska oredig blandning af hornblendeskiffer, diorit och rödaktig gneis, i hvilken blandning ådror af ljus granit som oftast förekomma. Dessa sist nämnda torde stå i samband med det massiv af ljus, medelgrof, jemnkornig biotitgranit, som finnes något sydligare, kring norra delen af Muvand. Närmare Hedalen blifva sedan gneiser rådande.

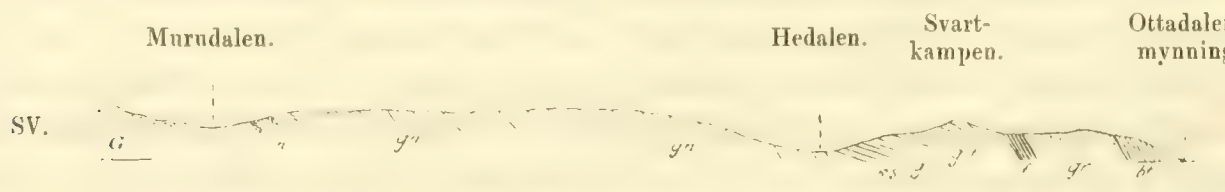
Kjerulf ansåg Jotunheimens gabbro vara yngre än de omgifvande sedimentära bergarterna, hvilka han antog gabbron hafva genombrutit. I öfverensstämmelse härmed uppfattade han de kring gabbron förekommande gneisiga bergarterna såsom kontaktmetamorfiska bildningar uppkomna genom gabbrons inverkan på sedimenten,[1] af hvilka han ansåg de kvartsiter, hvilka vanligen sluta sig närmast intill gabbron och gneiserna, vara yngre än de utanför liggande fylliterna. Dessa Kjerulfs åsigter, hvilka grundade sig derpå, att fylliterna vanligen stupa inåt mot kvartsiterna och gneiserna, delas ännu af de norske geologerna i allmänhet, och derför vill jag här något närmare omnämna förhållandena i Hedalen, hvilka synas mig bestämdt tala för, att dervarande gneis är äldre än både siluren och sparagmitformationen.

Hedalen. Såsom profilen fig. 59 visar stupa de gneiser, som anstå i Hedalens södra sluttning, och hvilka vid Faukstad gå ända ned till dalens botten, in emot de skiffrar,

[1] »Omkring Jotunfjeldenes gabbro er etagerne, navnlig höifjeldskifernes, som hyppigst kommer i berörelse med gabbroen, stærkt forvandlet til krystallinisk skifer». Udsigten s. 210.

som uppbygga dalens motsatta sida. Den understa af dessa är en ljus, vackert skiktad bergart med högfjällskvartsitens allmänna habitus, men mera kristallinisk och derför äfven något mera granulitisk. Denna aflagring är här blott några tiotal meter mäktig, men både dess utseende och dess läge visar, att den tillhör samma bildning som å ena sidan högfjällskvartsiten vid Våge vand och å den andra den kring Hedalens mynning i Gudbrandsdalen. Ofvanpå detta lager följer en granatförande glimmerskiffer, mestadels ljus och grof, stundom jernspatförande. Den innehåller underordnade lager af hornblendeskiffer och äfven af kärfskiffer. Denna skiffer kan ej, såsom förut blifvit nämndt, hänföras till någon annan grupp än Rörosgruppen. Den öfverlagras af en grönaktig glimmerskiffer, än hårdare, än lösare, som sedan efterföljes af först fyllit och så gröna skiffrar. Huru dessa lager antagligen böra paralleliseras med Trondhjemsfältets grupper har förut blifvit angifvet. Någon osäkerhet kan visserligen förefinnas i fråga om denna parallelisering, men otvifvelaktigt är, att dessa lager äro yngre än Rörosskiffrarne, och följaktligen är deras nuva-

Fig. 59. Profil från Murudalen mot NO. till Ottadalen. Skala 1 : 200,000.



G gabbro; *h* hornblendeskiffer; *gn* gneis; *ks* kristallinisk skiffer, ljus, väl skiktad; *gl* glimmerskiffer; *glf* glimmerskifferartad fyllit; *f* grå fyllit; *gr* gröna skiffrar; *bf* brun fyllit.

rande läge på Rörosskiffrarnes representanter i Hedalen normalt, och då följer äfven, att dessa senares läge på högfjällskvartsiten och dennas på gneiserna i Hedalen likaledes måste vara normalt, och att gneiserna således äro de äldsta af de i denna profil synliga bergarterna. Men skiffrarne i Svartkampen tillhöra, såsom vi redan veta, samma bildning som de i Torgekampen NV. vid Kvam, och de i Saukampen i Kvikne. De sistnämnda åter stå i omedelbart samband med det stora siluriska fyllitfältet, hvilket följaktligen måste vara yngre — och betydligt yngre — än gneiserna S. om Hedalen.

En annan lokal längre upp i Hedalen må äfven omnämnas. Kring Kværnebro sæter, hvilken ligger uppe på fjällplatån S. om Hedalens kyrka, anstår gneis. Vid sätervägen ses något N. om sätern öfverst i dalsluttningen glimmerskifferartad kvartsitskiffer af högfjällskvartsitens typ ligga i sväfvande lager, men längre ned i sluttningen återkommer gneisen och fortsätter sedan ända ned till elfven, der dock blandad med delvis mycket fältspatrika, granatförande och tydligt skiktade hornblendebergarter liknande Jotunheimens. Stupningen är här brant mot N. Att högfjällskvartsiten på det nämnda stället ligger som en skolla ofvanpå, och diskordant ofvanpå, gneisen är tydligt nog.

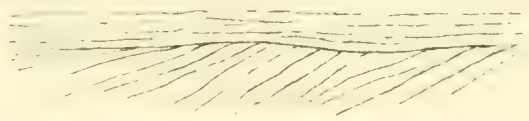
Förhållandena i Hedalen angifva således med bestämdhet, att gneisen der är äldre än icke blott siluren, utan äfven högfjällskvartsiten (sparagmit), och då är ju helt naturligt att hänföra den till urberget. Dess habitus är ock helt och hållet den af urbergsgneis. Men med gneisen äro gabbrobergarterna V. om Murudalen, såsom ofvan framhölls, så nära förbundna, att deras geologiska ålder ej kan vara någon väsentligt annan. Gabbro-

bergarterna V. om Murudalen åter äro af fullkomligt samma typ som Jotunheimens gabbrobergarter i allmänhet.

Gneisen kring vestra delen af Våge vand är dels grå, dels rödlett, temligen grof och mestadels väl skiktad. Något Ö. om Helga, N. om Våge vand, sågs på ett ställe något som liknade en diskordans i gneisen (fig. 60). I denna fanns i närheten ett parti högfjällskvartsit inklämdt, hvarför diskordansen antagligen blott är beroende på någon lokal rubbning.

Längre mot N., utefter vestra kanten af Trondhjemsfältets södra del, träffas ofta ögongneis åtföljd af finkorniga gneisiga eller granulitiska bergarter såsom urbergets yngsta bildningar. I Gillinghö, N. om Findalen, ligger närmast under den i fjällets östra fot förekommande sparagmitiska kvartsitskiffern en grå, medelgrof, stundom ögongneisartad gneis-

Fig. 60.



granit. Bergarten har ett sträckt utseende och innesluter mörka, ellipsoidiska partier. Under den kommer i fjällets högsta del en dels rödlett, dels grå, småkornig gneisskiffer. Vester vid Rolstad, Ö. om Holaker i Læsjö, och äfven nordligare vid Jora elv, förekommer vacker ögongneis och under den hornblendeskiffer och glimriga, delvis granulitiska gneiser. Närmast kring Holaker anstår en rödaktig, än gröfre, än finare jerngneis. När man passerat Trondhjemsfältets bergarter V. om Jerkin möter man äfven grof ögongneis med ända till knytnäfvestora grå fältspatögon. Den uppträder i ett par lager vexlande med glimmerskiffer, hvilken senare mot vester blir rådande.

Nordligare i Drivdalen, kring Drivstuen och Rise, finnes likaledes ögongneis fördelad på åtminstone tvenne zoner, och äfven kring östra ändan af Djevil vand förekomma ögongneisartade bergarter. En sådan, väl utbildad men ej särdeles grof, anstår vid sjöns utlopp; en annan strax i Ö. i Rauhovden. Denna senare liknar en något skiffrig och temligen basisk porfyrgranit. Mot N. blir den mera gneisig, breder ut sig och vexlar i Bårdsfjeld med andra mindre grofva gneisiga bergarter. Kring Lönsæt förekommer äfven grof ögongneis och något ostligare, kring Hol, en grå, jemnskiffrig, ofta vackert skiktad gneis, lagervis utbildad såsom ögongneis.

Ännu nordligare, S. om Jölvand i östra kanten af Troldheimen, har vacker ögongneis observerats. I dess liggande förekommer här först en grof, gråaktig gneis och sedan finare gneis och glimmerskiffer. I gneisfältet vester om den nu omtalade på ögongneis rika sträckningen, d. v. s. kring Sundalen och Todalen, är grå gneis rådande, dels tydligt bandad, dels gneisgranitartad. Vid inre delen af Todalsfjorden är den t. o. m. delvis utbildad såsom vacker, grå, medelgrof och jemnkornig granit.

Norr om Surendalen, N. om Mangevand, träffas åter ögongneis strax i liggandet af Åreskiffrarne. I liggandet af ögongneisen uppträda här dels gråa dels rödaktiga gröfre och finare gneiser. Äfven V. vid Örkedalsfjorden har ögongneis observerats i Åreskiffrarnes liggande.

Ögongneisen. Ögongneis förekommer således litet hvarstädes utmed Trondhjemsfältets vestra gräns mellan Dovre och Trondhjemsfjorden. Den träffas ock flerstädes inom sparagmitfältet, såsom N. om Laurgård och Ö. om Kvam i Gudbrandsdalen, kring norra delen af Storsjön i Rendalen, i Frönbergen i Idre, S. om Funäsdalen i Herjedalen m. fl. ställen. I alla dessa inom sparagmitfältet belägna förekomster, med undantag af de vestligaste, uppträder ögongneisen under mycket egendomliga och abnorma förhållanden. Till dessa skola vi längre fram återkomma; här vilja vi blott sysselsätta oss med frågan om hvad ögongneisen egentligen kan vara.

I sin vanligaste form består ögongneisen af en medelgrof, gneisig grundmassa af temligen mörk, ofta grönaktig färg, samt i denna grundmassa rikligt inströdda runda eller något aflånga grå eller rödaktiga fältspatögon af valnöts till äggs, stundom af ända till knytnäfves storlek. Grundmassans grönaktiga färg härrör deraf, att dess glimmer är delvis eller fullständigt kloritiserad. I samma mån som bergarten är mera skiffrig, äro dess fältspatögon vanligen mera spridda och till formen mera elliptiska samt försedda med mera framträdande detritusstjertar. När skiffrigheten åter är mindre utpräglad visa fältspatströkornen mindre rundade, mera rektangulära snitt, och stundom äro de omgifna af en oligoklaskant. Bergarten har då fullkomligt utseende af en något flasrig, porfyrisk granit. Så är t. ex. fallet ofvanför Skaret vid Storsjön i Rendalen och ännu mer i Vedulfsberget N. om Ulftensjön (V. om Hede) i Herjedalen. På sist nämnde ställe är bergarten delvis fullt massformig och ej olik östra Jemtlands porfyrgranit, ehuruväl fältspatögonen äro mera rundade än hvad i den plägar vara fallet. I det stora hela kan sägas, att ögongneisens habitus är mera granitisk i samma mån som spåren af tryckmetamorfos äro i densamma mindre framträdande, och då synes det äfven naturligt att uppfatta den såsom en mer eller mindre starkt pressad porfyrgranit. Denna uppfattning får ock ett vigtigt stöd genom det af SCHIÖTZ gjorda intressanta fyndet af ett brottstycke af en rödaktig gneisbergart i Frönbergens ögongneis.[1] Några kontaktförhållanden för öfrigt, som kunde bevisa ögongneisens natur af granit äro emellertid ej kända. Vester om Trondhjemsfältet, der ögongneisen

Fig. 61. Vedulfsberget.

s sparagmitskiffer; *G* grå ögongranit; *G'* ögongneis; *g* grå, medelgrof gneisgranit; *D* gång af Ottfjällsdiabas.

uppträder under jemförelsevis normala förhållanden, förekommer den såsom bäddar på eller inuti urformationens yngsta dervarande länkar.

Ögongneisen synes således egentligen vara en grof porfyrgranit, hvilken framträngt under urperiodens sista tid och dels utgjutit sig på och öfvertäckt de yngsta urbergarterna, dels äfven blifvit injicierad i dem i form af lagergångar.[2] Det ligger då nära till hands att jemföra ögongneisen med en mycket allmän granittyp från samma tid, nemligen Filip-

[1] Sparagm.-kv. fjeldet langs Grænsen, s. 41.

[2] Äfven SCHIÖTZ uppfattar ögongneisen såsom en eruptiv, den han dock anser vara yngre än sparagmitformationen. (Sparagm.-kv. fjeldet langs Grænsen, s. 41. Om Öiegneisen i Sparagmitfjeldet).

stadsgraniten. För mig ligger denna jemförelse så mycket närmare, som jag i Drivdalen sett med ögongneisen sammanhängande partier, hvilka så likna Filipstadsgraniten, att jag — om de förekommit i mellersta Sverige — utan tvekan skulle hafva hänfört dem till denna bergart. Det kan emellertid ej nekas, att ögongneisen i sitt uppträdande förhåller sig något olika mot hvad Filipstadsgraniten plägar göra. Detta skulle emellertid kunna tänkas bero på det väsentligt olika sätt, hvarpå urformationen är utbildad i det mellersta Sverige och i Dovretrakten. För att belysa detta torde en liten digression utom vårt kartområde vara nödig.

Om man på en karta markerar midtzonen af den skandinaviska halfön från N. och ned till Herjedalen och der låter zonen dela sig i tvenne grenar, af hvilka den ena får fortsätta mot S. till mellersta Småland, den andra deremot afböja mot SV. för att fortstryka inåt Norge till vestra delen af Telemarken, då har man dermed markerat de sträckningar, efter hvilka Skandinaviens prekambriska porfyrer och sådana af dess prekambriska graniter, hvilka äro närmast yngre än dessa porfyrer, *företrädesvis* äro samlade.[1] Dessa graniter äro till en stor del temligen basiska porfyrgraniter. I mellersta Sverige representeras de af Filipstadsgraniten, i Telemarken af en den mycket liknande, i Jemtland af en grof porfyrgranit, hvilken har stor utbredning norrut genom Ångermanland och Vesterbotten. Enär porfyrerna äro yteruptiver torde man få antaga, att Skandinaviens nämnda midtzoner redan vid slutet af den arkäiska tiden varit — åtminstone till en stor del — höjda öfver hafvet. Detta bestyrkes ock af de tuffbildningar, hvilka flerstädes åtfölja porfyrerna, såsom i Småland, i Dalarne, i Jemtland och väl äfven i Telemarken. I nära samband med porfyrerna stå flerstädes — såsom jag vid föregående tillfällen framhållit — granulitiska bildningar; sådana hafva stor utbredning i mellersta Sverige, de förekomma äfven i Småland, i Telemarken, i Ångermanland och andra delar af Norrland. I ganska påfallande motsats till dessa förhållanden i den Skandinaviska halföns inre står sällsyntheten af så väl porfyrer som granuliter i både vestra Sverige och vestra Norge. Vester utmed Trondhjemsfältet finnas visserligen, såsom nämndt, en del glimmerskiffrar och granulitiska bergarter, och nordligare, V. om Beitstadfjorden, uppträder något porfyroid, men ingendera af dessa bergarter har någon större utbredning. Häraf torde kunna dragas den slutsatsen, att vid i frågavarande tid bildningsförhållandena inom de områden, som nu utgöra det inre af Skandinavien, voro helt andra än i dem, hvilka nu utgöra detsammas kustland. I de förra befunno sig stora af vulkaniskt material bildade öar, kring hvilka en relativt riklig sedimentafsättning egde rum, de senare deremot lågo långt från dåtida land och sedimentafsättningen var i samma mån mindre betydande.

När under en följande tid stora massor af graniter frambröto, skedde det till en början förnämligast efter de gamla eruptionslinierna. Hvad orsaken kan hafva varit, att eruptivmassorna nu antogo granitisk utbildning, efter att de föregående varit porfyrer, är svårt att med bestämdhet afgöra; en väsentlig orsak torde emellertid hafva legat just i eruptivmassornas kolossala storlek. De former dessa massor antogo måste nu hafva

[1] Bland i fråga varande porfyrer vill jag dock ej inbegripa de yngre bland Dalarnes, utan blott dessas hufvudmassa, Bredvadsporfyren m. m. Uttrycket »närmast yngre» begagnar jag för att angifva, att jag ej medräknar de relativt yngre graniterna af Stockholmsgranitens typ och ännu mindre dem af rapakivitypen, hvilka båda i sitt uppträdande icke sluta sig till porfyrerna.

blifvit väsentligt andra i eruptionsliniernas närhet än på något afstånd derifrån; i förra fallet bildades stora massiv, i det senare injicierade bäddar.

De bäddformiga partier af ögongneis, som uppträda i de yngsta arkäiska bildningarna vester om Trondhjemsfältet, böra således antagligen uppfattas såsom injicierade från en större något ostligare belägen massa af porfyrgranit. Denna torde hafva varit (eller vara) belägen under södra delen af Trondhjemsfältet.

Efter denna digression återvända vi nu till vårt kartområdes arkäiska bergarter.

Vester om Örkedalsfjordens yttersta del förekommer kring Ingdal en bergart, hvilken KJERULF benämnt »Ingdals granit». Samma bergart uppsticker äfven i Rödberg på motsatta sidan af Trondhjemsfjorden. Den är en rödlett, medelgrof, jemnkornig granitgneis, mycket påminnande om dylika, som finnas i den vermländska jerngneisformationens öfversta del. Från Blåheia N. om Rissen och vidare mot N. utbreder sig på östra sidan om Trondhjemsfjorden ett stort område, som KJERULF likaledes betecknat såsom granit. Det består af diverse rödaktiga och grå gneiser och granitgneiser. Detsamma torde ock kunna sägas om partiet kring Hinderheim.

Norr om Værran utbreder sig kring vestra delen af Beitstadfjorden en rödaktig, medelgrof och temligen jemnkornig protoginartad granit, mer eller mindre flasrig. Ett annat parti af en dylik bergart, en medelgrof granitgneis med hvitgrå glimmer, finnes något sydligare, V. om Skarnsundet. Dessa bergarter hafva vida mer karaktär af verkliga graniter än de nyss nämnda vid Trondhjemsfjorden. Mellan dem, d. v. s. närmast S. om Værran, förekommer ett petrografiskt mycket svårbestämbart parti, bestående af en oredig blandning af grönaktiga, gneisiga lager och kvartsfattiga, glimmerrika bergarter, möjligen förstörda grönstenar.

Kring östra delen af Holdenvand (NV. om Beitstadfjorden) uppträder en grå, medelgrof granitgneis, som har utseende af att vara starkt sträckt. En dylik finnes äfven vestligare i Grubheja, der den i norr öfverlagras af hård, väl skiktad hornblendeskiffer, hvilken åtföljes af en brun glimmergneis, som mycket liknar Åregneis. Norr om denna uppträder i Kastbotnheia en bergart, som ser ut som en rödlett, småkornig granit. På vittrad yta företer den dock ej sällan en fin, jemn skiktning, vanligen mycket regelbunden, stundom dock starkt skrynklad. I tvärbrott visar bergarten mestadels en svag flasrighet. I närheten af Åregneisen har den en temligen regelbunden bankning, som stupar in mot gneisen, mot hvilken den i fråga varande bergarten för öfrigt ej tyckes vara rätt skarpt begränsad. Rörande naturen af denna för dessa trakter ovanliga bergart vågar jag ej närmare yttra mig, då jag ej haft tillfälle att se mer än en liten del af dess område och det dertill under mindre gynnsamma förhållanden.

Norr om Holden och vidare mot NO. bestå urbergen öfvervägande af rödaktiga gneiser och granitgneiser, gröfre och finare, ofta jerngneislika. Rödaktig granitgneis är äfven hufvudbergarten inom urbergspartiet S. om Snåsen vand, dock finnas der äfven andra bergarter, såsom grof, gröngrå, glimrig gneis, grof hornblendeskiffer, m. m.

I trakten mellan Andorsjön i norr och Langvand i söder äro än gröfre, än finare, mestadels rödletta granitgneiser rådande. De hafva utseende af att hafva blifvit starkt pressade.

Öster om sjön Torrön utbreder sig ett temligen betydligt och genom sin kalhet utmärkt fjällområde, inom hvilket berggrunden öfvervägande består af porfyriska bergarter. De äro mestadels brunaktiga, någon gång gråaktiga, i regeln förskiffrade, stundom ganska starkt. Vanligast bestå de af en makroskopiskt tät grundmassa med små, spridda korn af fältspat, stundom äfven af kvarts, men på sina ställen blifva de gröfre, mera granitiska och kunna öfvergå till verklig granit, äfven den i regeln förskiffrad. Ett större sådant granitparti finnes kring Sösjön Ö. om Torrön, ett annat har jag sett nedanför Godtjern-Klumpene i Sörli. Till porfyrbildningen hörer antagligen äfven den rödletta, felsitiska bergart, som anstår S. och V. vid sjön Lenglingen. Det något vestligare belägna fjället Guspiggen består af en vacker, medelgrof, grå granit, mestadels porfyrisk genom inströdda ända till 3 à 4 cm. långa fältspatindivider. Bergarten är vanligen något, stundom temligen starkt förskiffrad. I Guspiggen genomsättes graniten af en mörk, medelgrof och jemnkornig olivindiabas.

Graniten i trakterna N. och NO. om Hotagen är medelgrof, jemnkornig, grå eller svagt rödaktig och vanligen ganska oligoklasrik. Den har mestadels ett förstördt utseende och är ej sällan temligen starkt förskiffrad. Mycket starkt förskiffrad är bergarten kring ån, som rinner från Hasslingen till Hotagen. Kring den först nämnde sjön anstår en vacker medelgrof gabbro. På denna finnes N. om sjön en rödlett, starkt sträckt granulitisk bergart.

Kring mellersta delen af sjön Näckten, S. om Östersund, förekommer en grå, grof, starkt porfyrisk granit. Inom det stora sydligare belägna granitfältet, kring Rätan, Sveg och Linsäll, är bergarten rödlett, medelgrof, ofta något hornblendeförande samt i regeln temligen plagioklas- och titanitrik biotitgranit. Stundom är den något porfyrisk, men aldrig så i högre grad. I närheten af de öfverliggande kvartsitiska bergarterna har graniten vanligen ett mycket förstördt utseende, utan att dock vara i högre grad förskiffrad. Så är isynnerhet fallet inom det granitparti, som ligger V. om Vemdalskvartsiten. Vid Vemån, N. om Oddas inflöde, finnas t. ex. hällar af en mycket ful bergart, hvilken ser ut som om den möjligen skulle kunna vara en genom sekulär vittring förstörd och sedan regenererad granit. I den uppträder en gång af diabas, likaledes med mycket förstördt utseende. Längre upp efter Vemån finnas sedan flerstädes hällar af liknande fula bergarter, än mera gneisiga, än mera granitiska, men så småningom får dock bergarten en mera bestämd karaktär och utbildar sig då till en vacker granit af samma typ som den sydligare vid Vemdalen. Nordligare, kring sjön Storbörn, har bergarten likaledes ett mycket förstördt utseende, men kan dock igenkännas såsom varande en granit. Den är här grönaktig med små ögon och flammor af fältspat. Ofta är den temligen förskiffrad, men förskiffringens stupning är något vexlande.

Graniten kring Sveg och Linsäll blir mot V., d. v. s. mot gränsen till porfyren, småkornigare och porfyrisk. Porfyrerna närmast Ö. om Dalasandstenens område äro öfvervägande af Bredvadporfyrens typ, d. v. s. de bestå af en tegelröd, felsitisk grundmassa och små strökorn af brun ortoklas jemte ljusare sådana af oligoklas, stundom äfven af kvarts. Öster kring Venjan hafva porfyriter stor utbredning. Kring Elfdalen förekomma de bekanta och mångskiftande Elfdalsporfyrerna, på hvilkas beskrifning dock här ej är

stället att ingå. Inom porfyrfältet N. om Särna, och äfven V. utmed Dalasandstenens område, äro bruna kvartsporfyrer förherrskande, dock förekomma äfven här porfyriter, fastän mera underordnade. Genom Särnatraktens porfyr uppsätter i Siksjöberget V. om Särna den på grund af sin sammansättning så märkliga cancrinit-syeniten i form af ett litet, långsträckt massiv. Gångar af samma bergart finnas äfven i trakten, och sannolikt genomsätta de ej blott porfyren, utan äfven Dalasandstenen.[1]

Inom porfyrområdena uppträda, utom de verkliga porfyrerna, äfven flerstädes med dem sammanhängande klastiska bergarter, än sandstensartade, än konglomeratiska. Från trakten kring Elfdalen äro sådana sedan länge kända och beskrifna. I Hyckjeberget derstädes förekommer t. ex. ett konglomerat med väl rundade bollar af brun och rödbrun porfyr i ett bindemedel af porfyrsandsten liknande den under namn af Digerbergssandsten bekanta bergarten. I och omkring Röfjäll, Ö. om Herjehogna vid riksgränsen, har jag flerstädes sett skiktade, hälleflintartade, delvis konglomeratiska bergarter vexlande med bankar af verklig porfyr.

Invid södra kartgränsen mellan V. Dalelfven och Klarelfven uppträda graniter af flera arter, dels porfyrgranit af Filipstadstypen, dels medelgrofva och t. o. m. småkorniga graniter, hvilka det dock ej är nödigt att här närmare omorda.[2] Graniterna kring Trysil och vidare mot N. äro öfvervägande rödletta, medelgrofva och jemnkorniga, dels oligoklasrika och hornblendeförande, dels mera kvartsrika. KJERULF ansåg dem yngre än sparagmitformationen och MEINICH omtalar granitgångar genomsättande dennes kvartsiter både vid Hunsilbækken[3] V. om Trysil och vid Bastalbækken[4] Ö. om St. Engersjö. Den först nämnda af dessa lokaler, hvilken MEINICH sjelf säger vara den, der förhållandena äro tydligast,[5] har jag besökt. Granitgångarne der äro odisputabla, men de uppträda ej i kvartsiten, de finnas ej ens i dennes omedelbara närhet, utan först omkring en km. från dennes gräns, der de genomsätta en finkornig till nästan tät, grå, felsitisk bergart, hvilken sannolikt tillhör den stora porfyrbildningen i öster.[6] KJERULF stödde sitt antagande af granitens yngre ålder till en del derpå, att än mer, än mindre af sparagmitformationens undre lager saknas. Han antog nemligen, att dessa felande lager blifvit »uppslukade» af graniten. Enligt min i det föregående framställda åsigt om förhållandena i Trysiltrakten kunna dessa oregelbundenheter i de undre sparagmitlagrens uppträdande, hvilka efter all sannolikhet verkligen förefinnas, men som dock i följd af jordtäckningen ej kunna närmare studeras, bättre förklaras genom ojemnheter hos den granitgrund, på hvilken sparagmitformationens lager afsattes,[7] samt genom den denudation af den undre sparagmitafdelningen,

[1] Jfr. A. E. T. Om den s. k. Fonoliten från Elfdalen, dess klyftort och förekomstsätt. G. F. f. 6. s. 383.

[2] I mina arbeten »Geologisk öfversigtskarta öfver Vermlands län», samt »Öfversigtskarta öfver berggrunden i mellersta Sveriges Bergslag» finnes närmare redogjordt för dessa graniter.

[3] N. M. Bd 26. s. 18.

[4] l. c. s. 14.

[5] l. c. s. 31.

[6] Granit uppgifves vidare förekomma såsom gångar Ö. om Fæmunden i Digerhognas blåkvarts (KJERULF, Uds. 138) samt i Androgåsen Ö. om Storsjön i Rendalen, der SCHIÖTZ i sparagmit fann en 45 m. mäktig liggande granitmassa, hvilken han uppfattade såsom en liggande gång (Sp. Kv. Fjeldet langs Grænsen, 37). Om denna senare mera längre fram.

[7] När jag här talar om graniten kring Trysil, förstår jag dermed den eller de graniter, som bilda hufvudmassan af dervarande granitfält; och så gjorde äfven KJERULF. Men dessa graniter genomsättas af gångar

hvilken faktiskt egt rum innan den öfre afdelningen afsattes. Om graniten underifrån smält sig in i sparagmitformationen och i sig absorberat en del af dess lager på sätt KJERULF antager, synes det mig för öfrigt svårförklarligt, att Birikalken vid Eltån, som ligger så djupt ned i sparagmitformationen och helt nära granitgränsen, är lika litet kristallinisk och lagervis lika mörk som den på andra ställen, t. ex. vid Biri, der ingen granit finnes i närheten.

Graniten vid Storsjön i Rendalen är temligen lik den vid Trysil och uppträder på samma sätt som den under sparagmitformationen. Vid stranden S. om Androg är dess kontakt med denna blottad. Sparagmitbildningarne börja här med ett sammankittadt granitgrus, som påtagligen uppkommit af den vidliggande granitens detritus. Denna kontakt visar med all önskvärd tydlighet, att graniten måste vara äldre än de öfverliggande sparagmitbergarterna. Såsom ännu ett ytterligare skäl hvarför graniten måste vara äldre än sparagmitformationen skulle kunna anföras, att graniten genomsättes af gångar af olivindiabas (Åsbytyp) — en eller par stora sådana gångar finnas Ö. om St. Engersjön — men dylika uppträda icke i sparagmiten, och det torde med bestämdhet kunna påstås, att diabasen af nämnde typ är äldre än åtminstone den öfre sparagmitafdelningens tid.

Inom urbergsområdet mellan Klarelfven och Glommen äro rödaktiga granitgneiser samt jerngneis förherrskande. De der förekommande grönstenspartierna äro i allmänhet hyperit. Närmare Mjösen uppträda gråa gneiser.

Urberget utmed södra kartgränsen V. om Mjösen består dels af grå gneis, gröfre och finare, dels af granit. Söder om Bagn förekommer enligt REUSCH [1] en vacker ögongneis med stora fältspatögon.

De många inom Sevegruppens område förekommande mindre partierna af äldre bergarter öfverensstämma till sin petrografiska natur i allmänhet med det närmast utanför samma område befintliga urberget, *om de befinna sig i normalt läge*, men der så ej är fallet hafva de ofta en helt annan karaktär. De partier, som intaga ett abnormt läge, skola längre fram särskildt behandlas; här må endast de, som på normalt sätt ligga under sparagmitformationens bergarter och sticka upp genom dem, i korthet omnämnas.

Kring Gudbrandsdalen N. om Laurgård uppsticker, såsom redan ofvan omtaladt, ett urbergsparti, som hufvudsakligen består af ögongneis, men derjemte af röd, medelgrof gneis, hornblendeskiffer, sockergrynig kvartsit m. m. Partiet bildar en rygg, fastän böjd och förvriden, mot hvilken Rustens konglomerat, sparagmitformationens bottenbildning på detta ställe, hvilar. Längre mot SO., N. och V. om Kvam, finnas flera småpartier af dylika gneisiga bergarter. Det i Löfåsen, rätt N. om Kvam, bildar en sadel, i hvilken öfverst ligger ögongneis och derunder grå, bandad gneis. Det strax Ö. härom, i Gravdalsfjeld och Gråhögda, består af finskiffriga, delvis ögongneisartade gneiser. S. om Sul sæter förekommer här ock en grof, strimmig gabbro. I de båda andra å kartan utmärkta något östligare belägna partierna är bergarten äfvenledes ögongneis, ej särdeles grof, jemte gneisiga skiffrar.

af finkornigare och kvartsigare graniter, hvilka naturligtvis äro yngre, men huru mycket yngre är ovisst. En sådan granit finnes inom Dalasandstenens område S. om Drefsjövallen, såsom förut blifvit omnämndt.

[1] Geol. optegnelser fra Valders.

Från östra ändan af Atnesjön utbreder sig ett rätt betydande granitparti mot ONO. till inemot Glommendalen. Hufvudbergarten här är en temligen grof, jemnkornig, ljusgrå granit, ej sällan något flasrig. Mot partiets gränser blir graniten flerstädes finkornigare och mera flasrig än eljest. Vid Atnebron kan den betecknas såsom felsitisk. Den har der ett starkt pressadt utseende och ligger i bankar, som stupa brant ONO. Något östligare, i Gråefjeld (Ö. om Grytdalen) är graniten likaledes mindre grof, delvis felsitisk och starkt förskiffrad. På sina ställen har den t. o. m. en utpräglad stänglighet stupande brant V. eller NV. Något S. om Kvislåe sæter (Ö. om Storsölen) finnes granitens gräns mot sparagmiten blottad. I sjelfva gränsen synes en smutsgrön, starkt men oredigt skiffrig bergart med knölar af epidot. Den ser ut att vara en friktionsprodukt eller hvad man skulle kunna kalla en »gnuggsten». Mot S. öfvergår den snart i först oredig, »ful» och sedan i mera normal granit, temligen grof, ljust violettgrå och något protoginartad. En annan obseverad gränspunkt på granitpartiets nordgräns är vid Mælbækken (SV. om Bellingen). Närmast sparagmiten är graniten här temligen grof, men på något afstånd från gränsen finnas i den partier af grof porfyr, möjligen inneslutna brottstycken. På ett ställe sågs här ett brottstycke af en gråviolett skiffer inneslutet i graniten. I granitpartiets östligaste del ersättes den vanliga grå graniten delvis af en nästan rosaröd, fältspatrik, jemnkornig medelgrof granitart. Hurusom denna SO. om Oursjöbæksætern öfverlagras af röd sparagmit, hvilken synbarligen blifvit bildad af granitens detritus, har förut, sid. 43, beskrifvits.

Den omständigheten, att graniten på flera ställen är finkornigare närmast gränsen mot sparagmiten, skulle möjligen kunna anses häntyda på, att den såsom en yngre eruptiv genombrutit denne. Mot granitens yngre ålder talar emellertid med bestämdhet kontaktförhållandet SO. om Oursjöbæksæter och likaså det förut, sid. 41 omnämnda konglomeratet med granitbollar, som är synligt vid bron öfver Setningen V. om Storbækmoen. Vidare tala deremot de temligen talrika gångar af medelgrof till nära grofkornig, jemnkornig olivindiabas, hvilka genomsätta graniten, men fullständigt saknas i sparagmiten. Mest påfallande är granitens mindre kornighet invid kontakten i V., der den, såsom nämndt, nästan är felsitisk, men detta kan hafva sin förklaring deri, att här andra och antagligen äldre urbergarter angränsa, ehuru mestadels dolda under sparagmiten. Vid Ilmandåens utlopp finnes nemligen en gammal glimmerskiffer,[1] och i närheten af Strömboen (NV. om Atnesjöen) skall porfyr förekomma.[2]

På grund af hvad som är kändt rörande den Ö. om Atnesjön uppträdande graniten, torde man alltså hafva rätt att anse den vara otvifvelaktigt äldre än den öfre sparagmitafdelningen. Dess relation till den undre sparagmitafdelningen är deremot mindre klar. De slutsatser, till hvilka vi kommit i fråga om graniterna i Klarelfdalen och i Rendalen, kunna icke utan vidare öfverföras på den i fråga varande, emedan denna är af en något annan typ. Frånvaron af den undre sparagmitafdelningen invid dess gränser, äfvensom det ofvan omnämnda i graniten inneslutna skifferstycket, skulle kunna anses såsom skäl för att uppfatta graniten såsom *möjligen* yngre än den undre sparagmitafdelningen. Den

[1] Jfr. sid. 41.
[2] KJERULF, Udsigten, s. 144.

sid. 41 omnämnda kvartsiten N. om Lövris sæter kunde i så fall äfven vara ett inneslutet parti. Bestämdt afgöras kan denna fråga emellertid för närvarande ej.

Inom det granitområde, som utbreder sig Ö. om Bryedalen, är hufvudbergarten temligen lik den i det nyss omtalade området; den är nemligen en mestadels grå, stundom svagt rödlett, medelgrof till temligen grof, jemnkornig granit. Andra, delvis mindre grofva granitarter, äfvensom diorit, förekomma dock derjemte. Äfven denna granit genomsättes af gångar af olivindiabas. En grofkornig sådan, mycket lik den bekanta vid Åsbyn i Elfdalen, finnes S. om Jot sæter. Efter all sannolikhet är således denna granit af samma ålder som den i det sydvestligare området förekommande. Vid Finsta i Bryedalen har graniten ett mycket förstördt utseende och en stående, i N.-S:lig riktning strykande skiffrighet. Sannolikt står detta i samband med den här längs dalen framstrykande stora förkastningen. I de förekomster af kalksten (antagl. Birikalk), hvilka vid Undset och i Finstakletten finnas invid graniten, är bergarten något mera kristallinisk än vanligt.

Den vid Holöien, V. om norra ändan af Langsjön, anstående graniten är grå och af samma typ som den i området Ö. om Bryedalen. Detsamma kan sägas om den, som uppsticker i dalen NO. nedanför Sålekinnen; dess färg är dock något rödaktig. De öfriga kring Sålekinnen förekommande graniterna äro starkt pressade och befinna sig i abnormt läge. I granitområdet nordvest vid norra ändan af Fæmunden är bergarten grå eller svagt rödlett, temligen grof, i det hela ganska lik den i de sydvestligare områdena. Äfven här genomsättes graniten af gångar af olivindiabas.

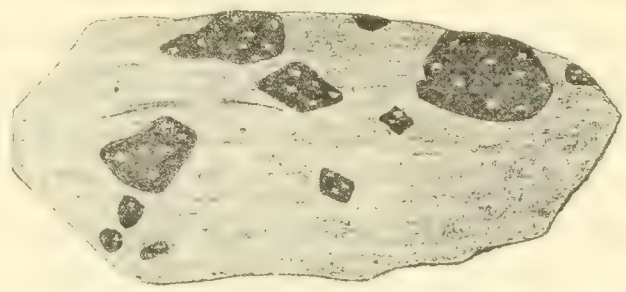
I de nu omnämnda granitpartierna, hvilka mellan Atnesjön och Fæmunden uppsticka i sparagmitfältet, är bergarten således temligen ensartad; alla dessa partier synas utgöra delar af ett och samma granitmassiv, der hufvudbergarten är grå, temligen grof och jemnkornig. I de granitpartier åter, hvilka der och hvar äro synliga i trakterna N. och Ö. om Fæmunden, är bergarten af en något annan typ; den är nemligen der mestadels rödlett, medelgrof, temligen oligoklasrik, ofta titanitförande och något porfyrisk genom inströdda blekröda intill centimeterlånga ortoklasindivider, således i det hela liknande graniten vid Vemdalen och Rätan. Sådan är t. ex. graniten vid Gröfvelsjön när den är mest typisk och ej förstörd, hvilket den dock närmast sparagmitgränsen vanligen är, graniten i Vigelen, i Skarsfjeldene o. s. v. Äfven här genomsättes graniten af gångar af olivindiabas, såsom t. ex. i Ruten fjäll N. om Vigelen. Mera starkt porfyrisk granit förekommer i dessa trakter, så vidt mig bekant, endast vid Kölsjön (ONO. om Fjätsjöru), der en rödlett, medelgrof granit med intill 2 à 3 cm. långa fältspatströkorn uppträder. Bergarten har dock mestadels detta förstörda utseende, som graniterna, såsom nyss nämndes, i regeln hafva i närheten af sparagmitgränsen.

Skarsfjeldenes granit omgifves af porfyriska bergarter. Dessa genomsättas af graniten och äro således äldre än den.[1] De bestå dels af verkliga porfyrer mer eller mindre starkt förskiffrade, bruna eller gråaktiga och mestadels med tät grundmassa och små, spridda strökorn, och dels af med porfyrerna nära sammanhängande bergarter af klastisk natur, på samma sätt som fallet är inom Dalarnes porfyrområde, såsom redan nämndt. Detsamma är ock förhållandet i porfyrpartierna V. om Åreskutan. Den all-

[1] Granitpartierna på denna sträcka äro å kartan utlagda väsentligen efter HÖRBYES iakttagelser.

männaste bergarten i dessa kan sägas vara en ljus, flasrig porfyr. I den kan man stundom få se brottstycken af brun porfyr, så t. ex. vid södra foten af Mullfjället (fig. 62). Nordligare i detta fjäll, ett par km. N. om turiststugan, har jag sett en bergart, som till det yttre har en viss likhet med ögongneis, men ögonen äro små, afrundade porfyrbitar, som ligga inbäddade i en starkt skiffrig, sericitrik porfyroidisk massa. Detta torde blott vara ett så att säga extremt fall af den linsstruktur, som är så vanlig i Mullfjällets porfyr liksom i andra pressade eruptivbergarter. Äfven i detta porfyrområde förekomma stundom tydligt skiktade partier, som påtagligen stå i nära genetiskt samband med porfyrerna. Vidare träffas der flerstädes partier med granitiskt utseende, hvilka likaledes synes vara nära förbundna med porfyrerna och böra uppfattas såsom granitiska varieteter af dem, ej såsom yngre genomsättande graniter.

Fig. 62. Stuff af flasrig porfyr med bitar af oförstörd porfyr. (Från södra foten af Mullfjället.) Skala 1 : 4.



I Mullfjällets porfyr finnas ej sällan druslika hålrum från ett par cm. till några dm. i längd. Ofta äro de långdragna i skiffringsriktningen, ej sällan oregelbundet formade och förgrenade. De äro ej jemnt fördelade i bergarten, utan förekomma på sina ställen talrikt, under det att de saknas på andra. En del af dessa hålrum omslutas af en zon af något olika beskaffenhet med den omgifvande bergarten, andra åter sakna en sådan zon. Dessa zoner bestå dels af ej pressad och på grundmassa rik porfyr, dels af epidot och kvarts. I ett par fall kunde konstateras, att hålrummet uppkommit genom utvittrad kalksten. Jag har blott egnat dessa egendomliga bildningar en helt flygtig uppmärksamhet och vågar derför ej uttala mig om huru de möjligen kunna hafva uppkommit. I Mullfjällets porfyrbergarter, och ännu mer i porfyrpartiet S. om Åre, förekomma gångar af småkornig, jemnkornig, starkt omvandlad diabas, antagligen ursprungligen en olivindiabas.

I Sundsvalens porfyrparti V. om Kallsjön är bergarten delvis temligen grof, gneisgranitartad; i de N. härom, kring östra delen af Anjan förekommande, i O.-V. långsträckta urbergspartierna omvexla flasrig porfyr och gneisgranit.

Veckningar och öfverskjutningar.

Veckningar.

Redan en blick på kartan visar, att Trondhjemsfältets tektonik i första rummet beherrskas af ett stort vecksystem med i det stora hela NNO.-SSV:ligt förlopp. Detta är den skandinaviska bergskedjans vecksystem, som här helt naturligt gör sig gällande framför alla andra. Mångfaldiga gånger vexla tråg och sadlar i detta vecksystem; bland alla dess linier äro emellertid tvenne tråglinier de mest framträdande, de tvenne nemligen, långs hvilka nedpressningen varit störst. Vi vilja här kalla dem »kärnlinier». Den östra af dessa går temligen nära fältets östra gräns. I norr markeras den af Sulskiffrarnes hufvudzon, sydligare, när denna upphört, af Merakerszonen. Den vestra kärnlinien stryker genom Snåsen öfver Inderön och Ekne till Höilandet och vidare nedåt Surendalen. Mellan dessa båda finnes en tredje stor tråglinie, den midtre kärnlinien, som dock lidit betydliga störingar på ett par ställen och i det hela är mindre framträdande än de båda nämda, utom i fältets sydligaste del, der den spelar hufvudrolen.

Kring så väl den östra som den vestra kärnlinien är lagerställningen i stort taget synklin; regelbundnast framträder detta i fråga om den östra linien. Närmast kring den stå lagren ungefärligen lodrätt, men på båda sidor uppträder en följd af skarpa veck med isoklin stupning in mot kärnlinien. Med tilltagande afstånd från denna blir stupningen i regeln allt flackare, öfverstjelpningarne således allt starkare, och till sist uppträda öfverskjutningar. Se profilerna tafl. 4.

En annan starkt veckad zon, hvilken äfven torde tillhöra det stora skandinaviska vecksystemet, är den, som från trakten N. om Randsfjorden stryker mot Ö. öfver Mjösen, Ö. om hvilken sjö den böjer sig mot NO. och berör vestligaste kanten af Dalasandstenens eljest från veckningar fria fält. Kjerulf har framhållit kontrasten mellan denna starkt veckade zon, der lagren delvis äro inverterade mot S., och området närmast i N. med dess mera sväfvande lagerställning. Dock torde veckningar finnas äfven der, men skarpare och mera öfverstjelpta mot S. och i följd häraf mera dolda.

Det regelbundna förloppet af vecken i det stora skandinaviska vecksystemet störes på sina ställen af andra veckningar, som tvärt öfverskära dem, och då blir vanligen en mycket förvirrad tektonik följden. Ett sådant tvärveck går genom Våge utefter Ottadalen och vidare mot OSO. Det sätt, på hvilket den i Formokampen ryggformigt uppstickande ögongneisen blifvit veckad när den SO. om Sel inkommer i sagda tvärveck, visar, att

detta måste vara yngre än den veckning, som gaf ögongneisen dess ryggform. Men såsom af ögongneisens förlopp norrut framgår står dess ryggform på detta ställe i samband med det stora skandinaviska vecksystemet, och följaktligen måste detta vara äldre än Ottadalens tvärveck. Detta senare är — såsom af kartan synes — skarpt markeradt, och det har utöfvat ett starkt inflytande på hela traktens tektonik. Möjligen har detta inflytande sträckt sig ända till Setningdalen och orsakat de i fjällen S. om denna befintliga abnorma pressningarne mot NO.

Ett annat tvärveck har förvirrat byggnaden i trakten kring Stjördalen,[1] och på detta, i förening med det motstånd, som Singsås granitmassiv ställt i vägen, bero möjligen äfven oregelbundenheterna i veckningen Ö. om Selbu sjö. Ännu ett tvärveck finnes något nordligare, i Værdalen, och såsom en vestlig fortsättning af detsamma skulle det veck kunna uppfattas, hvilket på vestra sidan af Trondhjemsfjorden stryker från Mosviken mot SV. För denna trakt kan det emellertid vara något oegentligt att söka inordna veckningarne i liniära system, ty de synas i sjelfva verket böja sig rundt kring och slingra sig mellan vissa domformigt höjda partier af äldre bergarter. Ett sådant parti är det mellan Snåsen vand och Værdalen, ett annat det kring Sjötingen Ö. om Levanger, ännu ett annat det SV. vid Beitstadfjorden o. s. v. Norr om detta sist nämnda finnes SV. om Malmo ett litet parti med egendomliga veckningsförhållanden. Det skulle kunna liknas vid ett tråg med en uppressad och mot SV., d. v. s. i trågets längdriktning, öfverskjuten botten. Trågets närmaste omgifningar äfvensom dess botten bildas af äldre bergarter, men hvad som återstår af dess så att säga innehåll utgöres af Trondhjemsskiffrar. Efter trågets långsidor äro dessa starkt uppresta men i den sydvestra trågbugten mera liggande, och i följd af den nämnda öfverskjutningen mot SV. falla de här in under midtpartiets äldre bergarter. Enär midtpartierna i trågbildningar i allmänhet bestå af de yngsta bergarterna, och lagerställningen i förevarande fall ej motsäger, utan tvärt om understöder en sådan uppfattning, hänförde Kjerulf äfven trågbildningens midtparti till Trondhjemsskiffrarne och betecknade detsamma såsom »antaget ækvivalent med Trondhjem—Stören-gruppen».[2] Häremot talar dock först och främst den petrografiska beskaffenheten. Midtpartiets hufvudbergart är nemligen en grönaktig, jemnkornig, medelgrof något förskiffrad granit, ganska lik den

Fig. 63.

Gotvand.

G granit, något förskiffrad; *kg* konglomerat; *k* kalksten; *f* fyllit.

närmast S. om trågbildningen befintliga. Derjemte finnes skillersten i Storfjeld och flasrig porfyr i norra sluttningen af Sandvasheia, derifrån strykande vidare mot NO. Detta är ett

[1] Inverkan af den dubbla veckningen märkes här bland annat i en stundom tydligt framträdande dubbel förskiffring i Hovingruppens lerstenar. Så t. ex. vid jernvägen utanför Sondalens mynning. Jemte den mycket tydliga skiktningen finnas här tvenne densamma öfvertvärande förskiffringar, af hvilka den yngre förorsakat en fin skrynkling i den äldre.

[2] Se bladet Stenkjær.

bergartkomplex, som har fullkomlig urbergsprägel, men saknar motsvarighet inom Trondhjemsfältet. Vidare må anföras, att mellan Trondhjemsskiffrarne och midtpartiets gneisgranit finnes ett konglomerat och ett motsvarande uppträder mellan samma skiffrar och gneisgraniten i söder. Så t. ex. vid Gotvand (se fig. 63). Lagren äro här i så påfallande grad symmetriska, att de svårligen kunna uppfattas annorlunda än som en skålbildning, och då måste följaktligen de nämnda bergarterna i trågbildningens midtparti vara äldre än Trondhjemsskiffrarne. Möjligen skulle det hela kunna vara en af de i dessa trakter, såsom nämndt, ej sällsynta domlika upphöjningarne af äldre bergarter omgifna af yngre, men hvilken upphöjning sedermera genom en stark sammanpressning erhållit sin nuvarande långsträckta form.

Öster om Trondhjemsfältet äro vecksystemen mindre regelbundna och mindre framträdande. Porfyrstråken i riksgränsen och V. om Åreskutan hafva visserligen en utsträckning, som sammanfaller med det skandinaviska vecksystemets, men de sedimentära bergarternas förhållande kring dem synes angifva, att de varit höjda redan under en försilurisk tid. Den tvärveckning, som Ö. om Anjan afskär det senare porfyrståket, företer en viss analogi med tvärvecken i Trondhjemsfältet, men den är äldre än den stora öfverskjutningen. En annan tvärveckning, med mot S. riktade inversioner, finnes kring Hotagen.

Jemtlands silurlager äro ofta starkt veckade, men deras veckning är dock mera en skrynkling i stort, som uppkommit under inflytande af flerehanda lokala orsaker, och saknar de stora vecksystemens regelbundenhet. Förherrskande äro dock i NNO.—SSV. strykande vecklinier, hvilka antagligen stå i samband med det stora skandinaviska vecksystemet.

De nu omnämnda veckningarne äro alla postsiluriska. Om möjligen befintliga presiluriska lemna för handen varande data inga upplysningar, som kunna förtjena att här anföras.

Öfverskjutningar.

Redan i inledningen omnämndes de motsägelser, som fjällens tektonik synes förete, äfvensom de försök, hvilka blifvit gjorda att förklara dem. Det visades ock, att sedan hvarje tolkningsförsök befunnits ohållbart, som utgick från antagandet att de öfverlagringar af Sevegruppens bergarter öfversilur, hvilka på många ställen odisputabelt förefinnas, skulle vara normala, återstod intet annat än att antaga dessa öfverlagringar vara abnorma och beroende på stora öfverskjutningar. Numera är det kändt, att i större bergskedjor öfverskjutningar ej äro undantag utan regel; det ligger derför intet oväntadt uti att finna sådana äfven i den skandinaviska bergskedjan, och öfverskjutningsteorien i fråga om denna skulle derför säkerligen varit längesedan allmänt erkänd och antagen, såvida ej måtten på de öfverskjutningar, som erfordras för att förklara förhållandena i våra fjäll, varit så stora, att de vida öfvergå allt motsvarande, som är kändt från andra håll. Denna öfverskjutningarnes kolossala storlek gör å ena sidan, att de äro svåra att tänka sig, och å den andra att de äro svåra att se i naturen, när man blott uppgår enstaka profiler och *ej karterar större områden.* Men när man det gör, kommer man förr eller senare till insigt om, att utan antagande af stora öfverskjutningar är fjällens tektonik absolut obegriplig. Sådan är min erfarenhet i fråga om den föreliggande kartans område,

och samma erfarenhet har HÖGBOM gjort i fråga om Jemtland.[1] När man lär att närmare känna förhållandena i fjällen, får man ock så många påtagliga bevis för öfverskjutningarnes befintlighet, icke blott genom lagerföljdernas anordning, utan äfven genom de så i ögonen fallande mekaniska omformningar, om hvilka bergarterna på stora sträckor bära vittne, och genom öfverskjutningsplanens så skarpt markerade utgående, att den helt naturliga tvekan rörande så stora öfverskjutningars möjlighet, som man till en början känner, snart ersättes af den bestämda öfvertygelsen, att nu till sist rätta lösningen är funnen.

När jag nu går att lemna en allmän redogörelse för öfverskjutningarne och i samband med dem stående förhållanden, torde det — för vinnande af en lättare öfverblick — vara lämpligt att först helt kort omnämna de hufvudresultat, till hvilka jag kommit. De fakta, som ledt till dessa resultat, skola sedan anföras.

Utmed den skandinaviska fjällryggen finnas öfverskjutningar så väl mot V. som mot Ö. De förra äro temligen obetydliga, de senare delvis kolossala; vi skola derför till en början blott befatta oss med dessa. I allmänhet är det fallet med öfverskjutningar, att flera lika-riktade uppträda i följe. Så är ock händelsen i fråga om dem i våra fjäll, men der är dock *en* öfverskjutning ojemförligt större än de öfriga, af hvilka några förekomma i hängandet, andra i liggandet, af den stora öfverskjutningen. Dessa öfverskjutningar af så att säga 2:a ordningen synas emellertid ej vara många. Möjligen beror den stora öfverskjutningens kolossala dimensioner just derpå, att, när det vid bergskedjebildningen verkande sidotrycket till sist växte så, att det måste utlösas i öfverskjutningar, denna utlösning då skedde hufvudsakligen efter ett enda plan.

Den stora öfverskjutningen.

Den stora öfverskjutningen visar sig såsom en stor, men numera genom denudation söndergnagen skolla, i det att dels flera mindre partier blifvit helt och hållet isolerade från hufvudpartiet, och dels detta på flera ställen genombrutet. De nämnda från den stora skollan isolerade mindre partierna, eller småskollorna, bilda en rad af utliggare, hvilka i stort taget äro ordnade efter en mot SO. något konvex linie, som från trakten kring riksgränsen Ö. vid Finlierne stryker ned till trakten S. om Jotunheimen, således parallelt med den skandinaviska fjällsträckningens hufvudlinie i denna del af Skandinavien. Då dessa utliggare äro bland de bästa bevisen för öfverskjutningen och dess storlek, skola vi först taga dem i betraktande.[2]

Utliggare.

Ansättens skolla. Från Hotagen i N. och till inemot Offerdal i S. utbreder sig inom Jemtlands silurområde ett hufvudsakligen af kvartsitiska och glimmerskifferartade

[1] Denna författare yttrar t. ex. i sitt förut citerade arbete, sid. 61, »men det synes dock, som om 'öfverskjutningshypotesen' skulle vara den enda antagliga grundvalen för tolkningen af bergarternas ålders- och lagringsförhållanden. — — — — — — Hvarje försök att från andra utgångspunkter upprätta en geologisk karta öfver Jemtlands och angränsande norska fjälltrakter skall genom de motsägelser, hvartill det leder, vida mer än många enstaka, om också i och för sig än så upplysande observationer, vara egnadt att styrka teorin om de stora öfverskjutningarna.»

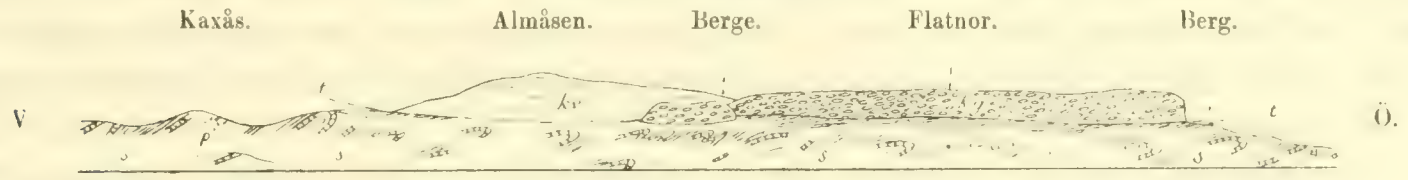
[2] Öfverskjutningens mest framträdande drag, d. v. s. de största utliggarne och hufvudpartiets ytterkant, har jag redan förut angifvit på en liten öfversigtskarta i mitt arbete »Grunddragen af Sveriges Geologi», 2:a uppl. I fråga om Jemtlands län framhåller äfven HÖGBOM samma drag i sin beskrifning öfver detta läns geologi, s. 70.

bergarter bestående fält, hvilket icke blott petrografiskt, utan äfven topografiskt skarpt skiljer sig från den omgifvande siluren, öfver hvilken det höjer sig, och mot hvilken dess gräns mestadels markeras af tvära afsatser, synnerligast så i söder och i öster. Vi vilja här benämna i fråga varande fält efter det lilla vackra Ansättfjället, som bildar dess högsta del.

Ansättfältets skiffrar ligga i det stora hela sväfvande, vanligen med en flack stupning in mot fältets midt, skiljande sig således äfven härutinnan från siluren, hvilken mestadels är starkt skrynklad. I fältets södra del, och äfven nordligare i dess kanter, är glimmerskifferartad sparagmitskiffer af högfjällskvartsitens typ rådande. Längst i norr finnas dock mellan denna och siluren gneisiga bergarter. I samband med sparagmitskiffern förekommer på ett par ställen groft konglomerat med bollar företrädesvis af porfyrer, men äfven af ljusa och violetta kvartsiter, hälleflintor m, m., dock har aldrig någon boll anträffats, som kunnat hänföras till någon af silurfältets bergarter. Särdeles mäktigt är sådant konglomerat utbildadt i bergen N. om Offerdal. Fältets inre och högsta delar, Ansättfjället och dess omgifningar, uppbyggas — såsom redan i det föregående blifvit nämndt — af lösare skiffrar, hvilka petrografiskt närmast kunna sammanställas med Rörosgruppens. Mellan dessa och den underliggande sparagmitskiffern finnes — åtminstone i SV. — mörka hornblendeskiffrar liknande de bland Åreskiffrarne vanliga. I fråga om så väl petrografisk beskaffenhet som ordningsföljd hafva Ansättfältets skiffrar således sina analogier i Seve- och Rörosgrupperna.[1]

Ansättfältets gränsförhållanden mot siluren hafva varit föremål för jemförelsevis noggranna undersökningar af flera geologer. Jag kan derför styrka min uppfattning af dessa gränsförhållanden genom observationer äfven af andra. Från fältets södra kant, N. om Offerdal, meddelar HÖGBOM en mycket upplysande profil, som här reproduceras, fig. 64. Han säger om densamma: »Kontakten, som kan följas vid konglomeratbrantens fot

Fig. 64. Profil från Kaxås till Berg i Offerdal.
(Efter HÖGBOM.)



p porfyr; *s* silur; *kv* glimmerskifferartad kvartsitskiffer; *kg* konglomerat; *t*—*t* öfverskjutningsplan.

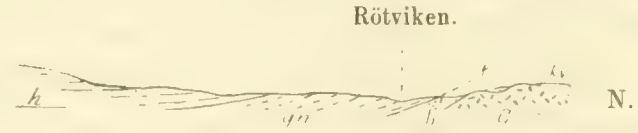
långa sträckor ofvanför Berge och Kläppe m. fl. byar, är fullkomligt tydlig. Man ser det vanligen starkt pressade och metamorfoserade konglomeratet med en något ojemn, men dock i det stora hela ungefär horisontel yta liggande på starkt pressade lerskiffrar,

[1] HÖGBOM gifver på sin karta detta parti en alldeles egen beteckning på den grund, att han anser det bestå af Seveskiffrar och metamorfiska silurskiffrar, hvilka »blifvit bokstafligen inknådade i hvarandra (sid. 41). Jag vill ej förneka möjligheten af, att en sammanknådning af olika skifferkomplex kan här på sina ställen finnas, men så vidt min erfarenhet går, består dock partiets så att säga ram af rena Seveskiffrar utom i norr, der urberg tillkommer, under det att dess centrala del — om ej uteslutande, så dock öfvervägande — utgöres af skiffrar hänförbara till Rörosskiffrarnes kategori.

hvilkas skiffrighet äfvenledes följer begränsningsytan. — — — — — Öfverallt i trakten nedanför och söder om Offerdalsberget ser man åter öfversilur i veckade lager».[1] Rörande konglomeratet må tilläggas, att det ej alltid hvilar direkt på siluren; det är tvärtom ofta skildt från denne genom en grönaktig, kvartsitisk bergart. Vid Skjärvången slutar, enligt en redan år 1869 af O. Gumælius gjord observation, sparagmitskiffern i en tvärbrant, nedanför hvilken siluren ligger i starkt veckade lager.[2] Samme geolog såg äfven vid Rönnefors (vid vestra ändan af Landösjön), hurusom den glimmerskifferartade sparagmitskiffern der med sväfvande lagring hvilar på brant mot V. stupande silurskikt.[3]

Vid Rötviken, SV. om Hotagens kapell, anstår blåkvarts och (vestligare) något lersten, skarpt skrynklad. Dessa bergarter stödja sig i N. mot granit, i söder öfverlagras de af granulitiska och gneisiga bergarter, som hafva utseende af att vara starkt pressade. Dessa åter öfverlagras i sin ordning af den glimmerskifferartade sparagmitskiffer, hvilken såsom nämndt bildar Ansättfältets nedersta led. Se nedanstående profil.

Fig. 65. Profil vid Rötviken, SV. om Hotagens kapell.



h kvartsitskiffer liknande högfjällskvartsit; *gn* gneisiga bergarter; *b* blåkvarts; *kv* kvartsit; *G* granit; *t* öfverskjutningsplan.

Landtungan mellan Häggsjön och Hotagen består till största delen af gneisiga bergarter, antagligen mer eller mindre starkt förskiffrade graniter. De äro en fortsättning mot SO. af de gneisiga bergarterna S. om Rötviken. På landtungans sydostligaste del, d. v. s. på udden N. om Häggsjöns utlopp, finnas dock stora berg af porfyr, delvis till ytterlighet förskiffrad med sväfvande, i det hela flackt mot V. fallande skiffrighet. Vid norra stranden af samma udde uppsticka emellertid ett par hällar af blåkvarts och granit, ej i nämnvärd grad förskiffrade. Blåkvartsens närvaro och dess stupning mot SO., d. v. s. in under landtungans gneisiga och porfyriska bergarter, visar, att här uppsticker en fortsättning af bergarterna vid Rötviken, hvarigenom antydes, att ett samband mellan dessa och den något längre i SO. synliga blåkvartsen med åtföljande silurisk skiffer förefinnes under de nämnda pressade gneisiga bergarterna.

En granskning af Ansättfältets gränser visar således, att detta fälts bergarter öfverallt ligga ofvanpå de omgifvande silurlagren och ofta med tydlig diskordans. Den visar vidare, att fältets understa lager äro på olika ställen af ganska olika petrografisk natur, såsom sparagmitskiffer, konglomerat, gneisiga bergarter och porfyr, men att alla bära omisskänneliga tecken af att hafva blifvit mycket starkt pressade och utvalsade.[4] Af

[1] l. c. sid. 68.

[2] Se Hochgebirge, fig. 17.

[3] Gumælii profil från detta ställe återgifves af Högbom i dennes arbete, fig. 7.

[4] Kring Landösjön, hvars dal skärer djupt ned i sparagmitskiffern, träffas flerstädes under denna mörka, mer eller mindre glänsande, halfkristalliniska, ofta på skiffringsytorna småbuckliga skiffrar med små granater och en temligen konstant om än ringa kalkhalt. Dessa skiffrar se ut som petrografiska mellanformer mellan sparagmitskiffer och silurisk lerskiffer. Högbom uppfattar dem såsom friktionsprodukter. Det är möjligt, att de så äro, men de kunna äfven tänkas tillhöra den zon af lösare skiffrar, hvilken — såsom förut blifvit nämndt — flerstädes uppträder långt nere i Åreskiffrarne.

denna bottenlagrens beskaffenhet framgår, att Ansättfältets bergarter ej blifvit på normalt sätt aflagrade på siluren, utan att deras läge på denna är något abnormt och sekundärt, och då finnes ej någon annan möjlighet än att antaga dem hafva kommit på sin nuvarande plats genom en öfverskjutning. Under detta antagande blir det ock begripligt, att deras petrografiska motsvarigheter finnas endast i formationer, som äro äldre än de omgifvande silurlagren, nemligen: urberg, Sevegruppen och Rörosgruppen. Ansättfältet måste således vara en öfverskjuten skolla. Men hvarifrån har då denna skolla kommit? Helt säkert ej från den närmaste trakten, ty så väl i V. vid Jufveln som i N. vid Kingsjön hvila blåkvarts och silur direkt på urberget. Hvarken på det ena eller andra stället finnes spår af Seve- och Röros-gruppernas bergarter sådana de äro utbildade i Ansättfältet. Först långt vestligare, på andra sidan riksgränsen, träffa vi Seve- och Röros-grupperna på deras normala plats mellan urberget och siluren.

Landverk-skollan. Mellan Offerdal och Alsen, således litet S. om Ansätt-skollan, reser sig öfver silurfältet en topografiskt skarpt markerad höjd känd under namnet Landverkshöjden. Den består af kvartsitiska bergarter. Förherrskande är en ljus, grönstrimmig, tydligt skiktad kvartsit liknande högfjällskvartsiten. Under den träffas i höjdens östra del en mindre tydligt skiktad och mörkare kvartsit, som liknar vissa varieteter af Vemdalskvartsiten. Dessa kvartsiter hafva flackt läge och hvila otvifvelaktigt på silur. De genomsättas af flera gångar af Ottfjällsdiabas. Äfven Landverkshöjden kan ej gerna tolkas annat än såsom en öfverskjuten skolla; af dess läge är det ock påtagligt, att den ej är annat än en från Ansättens skolla afskild del.

Fuda-skollan. Vester om Myssjö (S. om Storsjön i Jemtland) höjer sig en skogplatå, som mot V. sträcker sig inemot Oviksfjällen och Hundshögen. I motsats till omgifningarnes ej nämnvärdt pressade bergarter, äro de i denna platå starkt förskiffrade, och de hvila — såsom stupningsförhållandena rundt kring platåranden visa — med flackt läge på alla dem, som uppträda i det kringliggande lägre landet. Dessa äro flerehanda: blåkvarts, sparagmit, granit och siluriska skiffrar. De sist nämnde, som angränsa i norr, äro starkt veckade. Här hafva vi således åter en skolla af förskiffrade bergarter, hvilken med flackt läge hvilar diskordant på sitt underlag. Efter en liten å, Fudan, som upprinner ungefär i dess midt, vilja vi benämna denna skolla »Fuda-skollan».

Hufvudbergarten i Fuda-skollan är en finkornig, vanligen något grönaktig och temligen starkt förskiffrad sparagmit. Mot V. blir bergarten finare och delvis något kristallinisk; vissa lager hafva der utseende af grof, kloritisk skiffer. Vid skollans östra kant hafva på ett par ställen konglomerat observerats; så t. ex. vid Högån något ofvanför dess sammanflöde med Hofvermoån, der ett groft, breccieartadt och synbarligen starkt pressadt konglomerat anstår, bestående af bollar af granit, kvartsit, kvarts m. m. i ett smutsgrönt, sparagmitiskt bindemedel. Något nordligare, vid Tossåsen, hafva bitar af kvarts, röd skiffer och fältspat observerats i den fina sparagmiten.

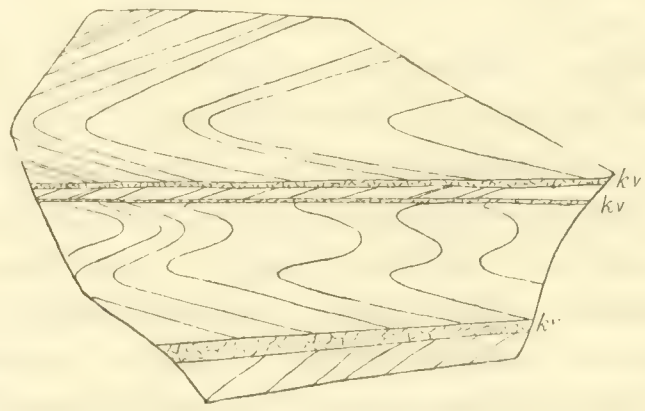
Vester om Köfra har Högbom under sparagmitskiffern, men på de siluriska lagren, funnit en bergart, som han misstänker vara en starkt pressad porfyr,[1] och från Nybodarne

[1] l. c. fig. 2.

vid Galån, således från skollans vestra kant, omtalar samme författare bergarter, som hafva utseende dels af porfyroider, dels af ytterligt sträckta gneiser. Äfven i bottnen af denna skolla finnas således på sina ställen starkt pressade urbergarter.

Skillnaden mellan skollans bergarter och de underliggande är i allmänhet påfallande, äfven när bådadera äro kvartsitiska. Ett exempel härpå kan man se i Galberget (mellan Galån och Arån). Detta berg består af blåkvarts med undantag af den öfversta delen, hvilken bildas af en grön, hård och seg gnuggsten, som uppåt blir allt mer sparagmitskifferartad. Nedanstående afbildning, tagen från ett ställe i närheten, kan gifva en föreställning om hur starkt pressade skollans bergarter här blifvit.

Fig. 66. Veckad sparagmit vid Galberget med kvartsfyllda sprickor (*kv*). Skala 1 : 2.



Frönberg-skollan. De NV. om Idre belägna Frönbergen bestå — såsom redan länge kändt — af vacker ögongneis, hvars skiffrighet i det stora hela faller flackt mot NV. I söder underlagras ögongneisen närmast af ljus, förskiffrad sparagmit; i NV. öfverlagras den af en liknande bergart, men ännu starkare utvalsad och förskiffrad, en verklig sparagmitskiffer, ofta genomdragen af ådror fyllda med kvarts och fältspat, stundom äfven med jernglans. Sådana ådror äro för öfrigt ganska allmänna i starkt pressade sparagmiter. I trakten V. och N. om Fjällguttusjön på norska sidan hvilar denna sparagmitskiffer med flackt sydlig eller sydostlig stupning på gråaktiga, ej nämnvärdt förskiffrade sparagmiter. Dessa förhållanden angifva, att här åter en öfverskjuten skolla förefinnes.

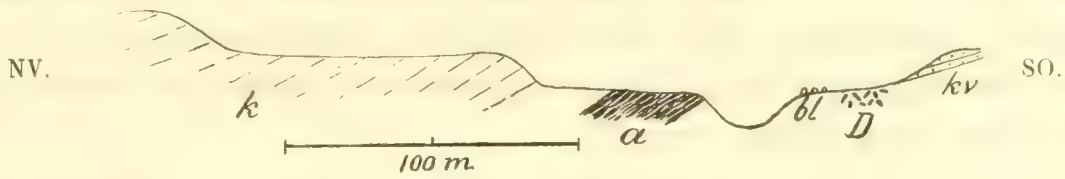
I Frönbergens ögongneis äro pressfenomenen i det hela mindre framträdande än i den i V. angränsande sparagmitskiffern, men dock ganska påfallande. I följd af skiffringens flacka hufvudstupning mot NV. förete bergen åt detta håll svaga sluttningar, men deremot tvärbranta afsatser åt det motsatta. I de lodräta bergväggarne har man här godt tillfälle att se, hurusom i gneisen massformiga partier omvexla med sådana, som äro så ytterligt utvalsade, att de stora fältspatögonen omformats till tunna strimmor. Dessa starkt pressade partier bilda liksom smala zoner mellan de öfriga, och förföljer man dem så visar det sig, att de än konvergera, än divergera. Gneisen har med andra ord i stort denna linsstruktur, hvilken är så vanlig hos sådana starkt pressade bergarter, som ursprungligen varit åtminstone närmevis massformiga.

Utom ögongneisen förekommer en annan gneisig bergart i denna trakt. Vid den öfre bron vid Floåsen anstår nemligen en rödlett, medelgrof granitgneis, och en liknande

fann SCHIÖTZ något sydligare liggande under ögongneisen, som af den inneslöt ett brottstycke, såsom förut, sid. 116, blifvit omnämndt.

Gränsförhållandena så väl mellan bergarterna inom skollan som vid dennas kanter kunna i följd af den i trakten rådande jordtäckningen svårligen närmare studeras. I södra sluttningen af Gröfvelådalen synas ögongneis och sparagmitskiffer vexla med hvarandra, men hvarpå detta beror har ej kunnat med säkerhet utrönas; sannolikt finnas här småskollor i den stora skollans botten. Skollans gräns mot N. och V. är ganska tydlig,

Fig. 67. Profil öfver östligaste delen af Knallbergen. (Efter H. HEDSTRÖM.)[1]



k grågul, stundom rödlett kvartsit, delvis påminnande om Vemdalskvartsit; *a* alunskiffer med orsten; *bl* block af kambriska sandstenar, kalkhaltiga, dels lösare, dels hårdare, de senare blåkvartslika och innehållande *Torellella lævigata* LINRS;[2] *D* diabas, möjligen gångformigt genomsättande den blågrå kvartsiten *kv*. Diabasen är mycket förstörd, men synes hafva varit en småkornig olivindiabas.

mindre är så fallet mot SO. Jag har ej vågat antaga, att skollan åt detta håll skulle sträcka sig så långt som till de här förekommande silurresterna, ehuruväl dessa synas öfverlagras af kvartsit (se ofvanstående profil). Denna kvartsit har nemligen ett vida mindre pressadt och förskiffradt utseende än den ofvan omnämnda till skollan med säkerhet hörande sparagmitskiffern. Troligare är, att kvartsiten är ursprunglig i trakten och blott blifvit af den stora öfverskjutningen medsläpad någon kortare sträcka.

Nordost om Frönbergskollan finnas ett par mindre förekomster af ögongneis, nemligen dels på båda sidor om Hällsjön och dels vid Yttre Hågåsjön. Jag har ej gjort något försök att närmare utreda huru ögongneisen på dessa ställen uppträder, särdeles som den starka jordtäckningen i trakten lemnar föga utsigt till ernående af något säkert resultat härutinnan. Efter alla analogier att sluta måste emellertid äfven dessa ögongneispartier antagas vara öfverskjutna.

Röa-skollan. Öster vid norra ändan af Fämunden finnes ett fält af starkt pressade bergarter, som ganska bestämdt skilja sig från omgifningarnes jemförelsevis föga pressade. Redan HÖRBYE omtalar sparagmitskiffer och pressadt konglomerat vid Röa, och han vill t. o. m. utskilja dem, och äfven de pressade bergarterna N. om Vurru sjö (tillhörande Frönbergskollan), såsom skilda ifrån och liggande ofvanpå traktens vanliga sparagmitsandsten, eller hvad han kallar Fæmundsandsten.[3] Jordtäckningen i trakten försvårar bestämmandet af detta fälts gränser, men det torde kunna anses sträcka sig från Rövolen i S. till något N. om Nordviken. Något S. om detta ställe är sparagmitskiffer anstående, och i trakten finnas många och stora block icke blott af sparagmitskiffer, utan äfven af ytterligt pressad ögongneis. Denna sist nämnda bergart har jag ej i denna på fasta hällar mycket fattiga trakt

[1] De kambriska bergarternas läge i Knallbergen. G. F. f. Bd. 18, s. 69.
[2] G. HOLM, Sveriges kambrisk-siluriska Hyolithidæ och Colunaridæ. S. G. U. Ser. C. N:o 112, s. 148.
[3] N. M. Bd. 8, s. 399.

sett anstående, och har derför ej kunnat utsätta den på kartan, men blockens storlek och antal visa, att den måste finnas här i fast klyft. Block af sparagmitskiffer och ögongneis förekomma äfven på sydligaste delen af Fæmundsnäs, men nordligare angifva blocken grå sparagmit, hvilken bergart der äfven är anstående. Skollans norra gräns torde således gå öfver Fæmundsnäs. Vid Mugåen anstår ytterligt pressad och förskiffrad sparagmit med flackt läge ungefär $^1/_2$ mil Ö. om Fæmunden, men något östligare finnes grå lerskiffer, skrynklad och delvis nästan tofvig, samt ännu något östligare grå sparagmit. Sparagmitskiffern tillhör synbarligen den öfverskjutna skollan, lerskiffern och den grå sparagmiten dennas underlag. Ögongneisens närvaro i nu i fråga varande skolla, äfvensom dess bergarters i allmänhet så starkt pressade beskaffenhet, gör det enligt mitt förmenande sannolikt, att densamma tillhör den stora öfverskjutningen och ej en mindre, som finnes på den motsatta Fæmundstranden, och hvarom mera längre fram.

Kvitvola-skollan och dess omgifningar. Ingen del af sparagmitfältet har i så hög grad tilldragit sig de norske geologernas uppmärksamhet, som trakten kring Högberget i Klarelfdalen. Förnämsta orsaken härtill har varit, att här, vid Högbergets fot och således temligen långt inne i sparagmitfältet, försteningsförande silurlager finnas, såsom Hörbye först påvisade. I början af 1870-talet undersöktes trakten närmare af Schiötz, som då fann silurlager (ortocerkalk) äfven omkring 5 km. sydligare, nemligen vid vestra foten af Römundfjeld, der den lilla Skjærbækken kommer ut ur fjällskåret. Vid Högberget bilda silurlagren en afsats nedanför en hög, hufvudsakligen af kvartsit och sparagmit uppbyggd bergvägg och stupa in mot denna. Schiötz drog deraf den slutsatsen, att de sparagmitiska bergarterna öfverlagra och äro yngre än de siluriska. De förra utskilde han derför från »sparagmitfjeldet» såsom en yngre afdelning, hvilken han efter det något nordligare belägna fjället Kvitvola benämnde »Kvitvolas kvartsetage».[1] Meinich, som år 1878 besökte stället, kom emellertid till en annan uppfattning, den nemligen, att silurlagren blifvit afsatta diskordant på den äldre, delvis redan denuderade sparagmiten och sedan genom en förkastning sänkta.[2]

Förhållandena vid Högberget äro i sjelfva verket i och för sig så föga tydliga, att de svårligen kunna tolkas utan hjelp af analogier från andra håll. Första gången jag besökte stället, 1872, fick jag den uppfattningen, att Schiötz' tolkning var riktig, men vid ett senare besök, 1890, då jag kom med andra, på en vidgad erfarenhet i fråga om fjällgeologien grundade synpunkter, blef min uppfattning en annan och närmare Meinich's. Jag anser nemligen nu, att silurlagren här, liksom på så många andra ställen i dessa trakter, ursprungligen aflagrades i sänkor mellan eller nedanför sparagmitberg, hvilka berg sedan under öfverskjutningsperioden i någon mån pressades öfver silurlagren. Att så tillgått antydes ock af de veckningar, som äro synliga i Högbergets lager, och hvilka visa, att dessa liksom vältat fram öfver siluren. Se profilen fig. 68.[3] Någon mera betydande öfverskjutning tror jag dock ej finnes på detta ställe. Den nämnda öfvervältningen har blott varit en art medsläpning, förorsakad af den stora öfverskjutningen, hvars liggande

[1] Beretning om nogle Undersögelser over Sparagmit-Kvarts-Fjeldet i den östlige del af Hamar stift. N. M. Bd 20.

[2] N. M. Bd 25, sid. 20.

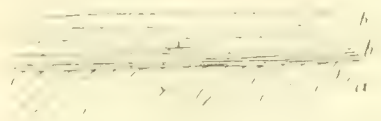
[3] Jfr. äfven Schiötz' profil, l. c. fig. II.

gräns synes mig kunna spåras något högre upp i fjället. Ofvanför Husfloen, SO. om Högberget, finnes en ljusgrå, fin, sandstensartad bergart, starkt sträckt och förskiffrad, liggande afvikande på en veckad kvartsitsandsten. Här är således ett afbrott i lagerföljden, som kan häntyda på närvaron af en öfverskjutning, se fig. 69. I de nordligare, Ö. utmed Klarelfven belägna bergen, Granberget och Ulvberget, anstår starkt förskiffrad sparagmit,[1] men nedanför vid elfven grof, rödlett sparagmit, ej förskiffrad. Under de nämnde bergen kan derför öfverskjutningsplanet antagas framgå.

Fig 68. Högberget.

sp smutsröd sparagmit;[2] *s* silurisk skiffer och skiffrig kalksten;[3] *1* ljus, tät kvartsit, starkt men oredigt pressad; *2* skiffer, liknande Koppangskiffer, något kalkig och innehållande körtlar af gulhvit, tät dolomit; *3* ljus kvartsitsandsten, tätt genomdragen af oregelbundna kvartsådror; *4* rödlett sparagmit[4] och sparagmitsandsten, delvis kalkig; *5* röd sparagmit med småskikt af brun skiffer; *6* blekröd, fin kvartsit, lagervis något kalkig.

Fig. 69. Planteckning af ett parti ofvanför Husfloen.



a kvartsig sparagmitsandsten; *b* ljus, fin sparagmitsandsten, vackert skiktad; *b'* samma bergart starkt förskiffrad.

Huru abnorma lagringsförhållandena i denna trakt äro framträder emellertid tydligare i Öv. Engerdalen. Partiet mellan Klarelfven och St. Engersjö består hufvudsakligen af en ljus, rödaktig eller gråaktig sparagmitsandsten, i hvars enformiga massa en 100 à 120 m. mäktig inlagring af kalksandsten utgör den enda ledtråden. Denna är synlig på Klarelfsidan i Vestre Lekjenåens och Ormkåsbækkens skärningar, men ej vid de nordligare bäckarne, Mælbækken, Husflobækken m. fl.[5] Från Ormkåsbækken kan kalksandstenen följas rundt södra delen af Tverfjeld och sedan mot N. i Engerdalens vestra sluttning öfver Östre Lekjenåens och Kvansbækkens skärningar till södra sidan af det något S. om Lerelven be-

[1] Jfr. SCHIÖTZ. N. M. Bd 20, sid. 27, 28.

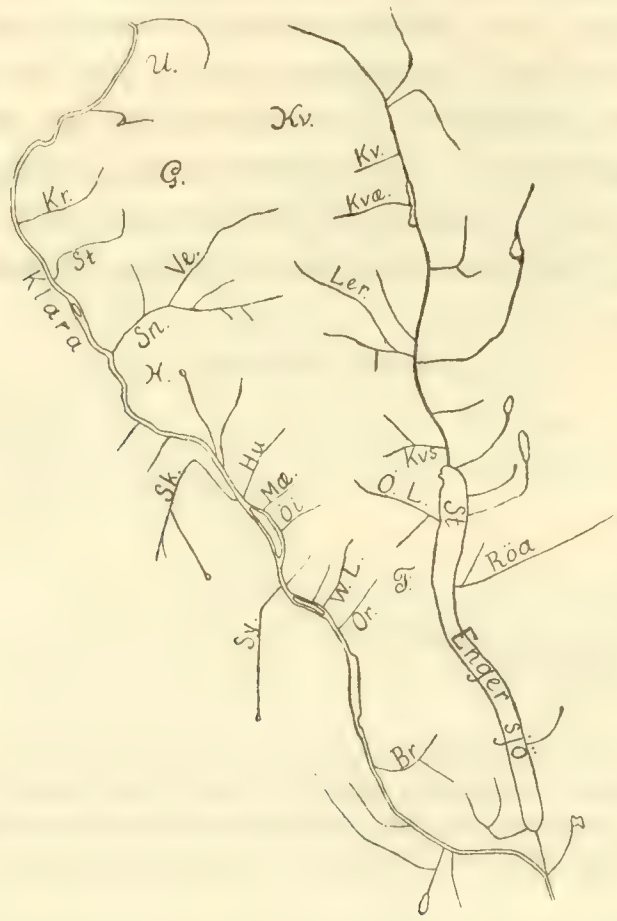
[2] Enl. SCHIÖTZ delvis öfverlagrad af en föga mäktig bildning af gulgrön och rödaktig skiffer samt grå sparagmit; N. M. Bd 27, s. 172.

[3] I de siluriska lagren fann SCHIÖTZ »stora Ortocerer med eksentrisk sifo»; Lituites, Euomphalus och spår af Enkriniter (N. M. Bd 20, s. 66 och Bd 27, s. 173), alla dock alltför mycket pressade och förstörda för att kunna arten bestämmas. Han anser dem dock angifva etagerna 3 och 4.

[4] De gröfre lagren af denna sparagmit innehålla ärtstora korn af röd och hvit kvartsit samt småbitar af röd. skiffer.

[5] I denna trakt träffas endast sällan blottad berggrund utom i bäckdalarne. Enär blott ett par af bäckarnes namn finnas angifna på amtskartan, insättes här omstående kartskiss till underlättande af orienteringen.

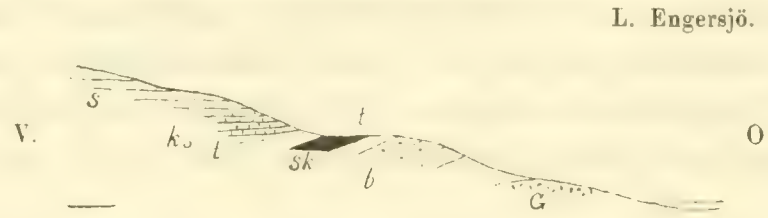
Fig. 70. Kartskiss öfver trakten mellan Klarelfdalen och Engerdalen. Skala 1 : 400000.



Sy. Syltbæk; *Sk.* Skjærbæk; *Kr.* Krokbæk; *St.* Stenbæk; *Sn.* Snerta; *Ve.* Vennåen; *Hu.* Husflobæk; *Mæ.* Mælbæk; *Öi.* Öibæk; *W. L.* Vestre Lekjenåen; *Or.* Ormkåsbæk; *Br.* Brunndalsbæk; *Ö. L.* Östre Lekjenåen; *Kvs.* Kvansbæk; *Ler.* Lerelv; *Kvæ.* Kværnbæk; *Kv.* Kvanbæk; — *U.* Ulvberget; *G.* Granberget; *Kv.* Kvitvola; *T.* Tverfjeld; *H.* Högberget.

lägna Björnskaret, ständigt med mäktig sparagmitsandsten i både hängandet och liggandet. Hvad som synes af den senare uppgår till 150 à 200 m. På sträckningen mellan Ö. Lekjenåen och Björnskaret höjer sig kalksandstenen omkr. 180 m. Norr om detta sist nämnda ställe synes den försvunnen. I Lerelvens dal har den ej återfunnits; först omkr. 5 km. nordligare, vid Kværnbækken V. vid Öv. Engerdalen, har kalksandsten åter an-

Fig. 71. Profil V. om L. Engersjö, ungefär efter Kværnbækken.



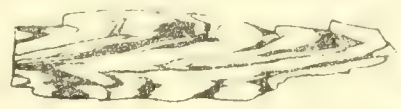
G granit; *b* blåkvarts; *sk* mörk skiffer och blågrå dolmit; *ks* kalksandsten; *s* sparagmitsandsten, något skiffrig; *t* öfverskjutningsplan. (Jfr. SCHIÖTZ, N. M. Bd 27, sid. 193.)

träffats, men der under väsentligt andra förhållanden och på omkr. 200 m. lägre nivå än vid Björnskaret.[1] Lagerföljden V. om Öv. Engerdalen framställes å ofvanstående profil. Denna öfverensstämmer med de af KJERULF och SCHIÖTZ förut meddelade med undantag

[1] De här anförda höjduppgifterna äro hufvudsakligen hemtade ur SCHIÖTZ' och MEINICH'S arbeten.

deri, att den visar granit i foten. Jag har sett anstående granit i Kværnbækken omkr. 30 m. öfver sjön, och blocken angifva, att samma bergart stiger 20 à 30 m. ännu högre. Granitens förekomst på detta ställe är vigtig, emedan derigenom blir om ej fullt bevisadt, så dock i hög grad sannolikt, att den strax ofvanför befintliga blåkvartsen tillhör sparagmitformationens lägsta del på detta ställe. Öfver blåkvartsen, som delvis är ganska mörk, följer mörk skiffer och blågrå dolomitisk kalksten med temligen stark vestlig stupning. Det synes mycket sannolikt, att vi här hafva representanter af Birigruppen. Något högre upp möter kalksandsten, omkr. 150 m. mäktig. Den faller i stort svagt mot V. eller NV., vida svagare än de underliggande lagren, men är i smått ytterligt skrynklad, såsom nedanstående afbildning af ett tvärbrott visar. Kalksandstenen öfvergår uppåt i en förskiffrad sparagmitsandsten.

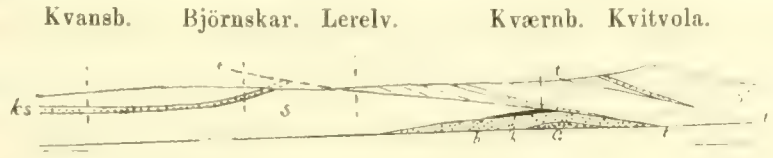
Fig. 72. Tvärsnitt af en stuff af kalksandstenen V. om Öv. Engerdalen. Skala 1 : 2.



Vid den omkr. 2 km. nordligare belägna Kvansbækken finnes ända ned i hufvuddalen endast förskiffrad sparagmitsandsten; kalksandsten och öfriga lager, som vid Kværbækken ligga under denna, saknas här fullständigt.

Huru nu förklara dessa förhållanden? Enligt min uppfattning ligger blåkvartsen i Öv. Engerdalen normalt på dervarande granit. På blåkvartsen följer skiffer och kalksten samt sedan Tverfjelds mäktiga sparagmitsandsten med dess inlagring af kalksandsten, allt normalt och i full öfverensstämmelse med de förut omtalade förhållanden sydligare i Klarelfdalen. Men kalksandstenen vid Kværnbækken har ett abnormt läge; i dess liggande måste ett

Fig. 73. Skematisk profil i N.—S. öfver partiet V. om Öv. Engerdalen.



G granit; *b* blåkvarts; *k* skiffer och dolomit; *s* sparagmitsandsten; *s'* förskiffrad sparagmitsandsten; *ks* kalksandsten; *t—t* öfverskjutningsplan.

öfverskjutningsplan antagas framgå, hvilket stupar mot N., så att det vid Kvansbækken redan kommit under dalens jordfyllning, hvartill en lutning af högst 1:30 erfordras. Detta antagande får ett stöd af det sätt, på hvilket förskiffringen är utbildad i Kvansbækkens bergart. Nederst är denna nemligen mycket starkt och regelbundet förskiffrad, men uppåt blir förskiffringen mindre utpräglad och öfvergår uppe på fjällplatån till en art oregelbunden bankning.

Här torde således finnas ett öfverskjutningsplan motsvarande det, hvilket, såsom vi förut sett, antagligen finnes på fjällpartiets vestsida nedanför Granberget och Ulvberget, och hela Kvitvolas fjällmassa skulle då vara en öfverskjuten skolla. Häremot kunde

anmärkas, att om kalksandstenen V. om Öv. Engerdalen tillhör ett öfverskjutet parti, men icke så den sydligare förekommande, då kan det synas besynnerligt, att de äro hvarandra så lika. Denna anmärkning förlorar dock väsentligt i vigt om man besinnar, att kalksandsten med samma petrografiska karaktär har en mycket stor utbredning inom sparagmitfältet. Jag har sett sådan å ena sidan så långt mot N. som i fjället V. om Langsjön (V. om Fæmunden) och å den andra så långt mot V. som norr om Mjögsjön i V. Gausdal.[1]

Den N. om Kvitvolen belägna Glötvolen består af mycket starkt förskiffrad ljus sparagmit med närmevis horisontelt läge. Samma bergart finnes äfven något nordligare, V. om Sörjoten, här med svagt *sydligt* fall, men längre mot N. synas de förskiffrade bergarterna ej här sträcka sig.[2] I den nordligare, V. om Fæmundsenden belägna Glötåsen anstår nemligen ljus, rödlett sparagmit, ej förskiffrad. Den öfverskjutna skollans norra gräns måste således gå något S. om sist nämnda berg.

Åsigten att Kvitvolas fjällparti är en öfverskjuten skolla bestyrkes af förhållandena i det på den motsatta, östra sidan om Engerdalen belägna Svarthammerens fjällparti. Rörande detta får min uppfattning stöd af några mycket intressanta observationer af Schiötz, meddelade i hans uppsats »Om Öiegneisen i Sparagmitfjeldet». Närmast ofvanpå graniten, som i östra dalsidan stiger betydligt högre än i den vestra, ligger grå sparagmit och blåkvarts. Den öfre delen af fjället består »af Kvitvolaetagens lyse sparagmitsandstene, der hyppig er kvartsitiske, og mellem hvilke man på begge sider af Svarthammeren og ligeså længre mot N., ovenfor Hovdrosæteren, finder inleiet lag af kalksandsten.»[3] Dessa ljusa sparagmitsandstenar äro flerstädes veckade och pressade. Kring detta Svarthammerens parti har Schiötz funnit ögongneis på flera ställen, såsom i Magnildbrændskarven, i Hovdknappen och ett par närliggande berg, samt i Hekkenfjelds östra sluttning. Den uppträder mycket oregelbundet, liggande än på blåkvarts och grå sparagmit, än på andra af sparagmitformationens bergarter, och »er meget styg, feldspathöinene er almindelig udtrukne, böiede og vredne». Sparagmitsandstenen i dess närhet »har et yderst eiendommeligt udseende . . . Overfladen er almindelig opsprukken i skarpkantede stykker; fjeldet er yderst hårdt at slå i og springer i særdeles hvaskantede brudstykker . . .» Schiötz, som uppfattade ögongneisen såsom en eruptiv, hvilken genomträngt sparagmitsandstenen, synes hafva trott, att dennes förändrade utseende kunde bero på kontaktmetamorfos, men en af Brögger utförd mikroskopisk undersökning visade »alene at bergarten har været udsat for svære presninger».[4]

Af denna Schiötz' beskrifning framgår tydligt, att här föreligga bergarter, som varit utsatta för en mycket kraftig mekanisk påverkan, hvilken dock här yttrat sig mera i sammanknådning än utvalsning. Men när nu denna mekaniska påverkan gifver sig tillkänna blott i ögongneisen och hvad som ligger öfver den, men ej i nämnvärd grad i de underliggande

[1] Att den äfven förekommer vid Stai i Österdalen har förut blifvit nämndt.

[2] På grund deraf, att i den flacka dalen S. om Glötåsen hällar af Koppangskiffer och ljus dolomit uppsticka, har jag antagit skollan här vara genomskuren. Huru härmed förhåller sig hindrar dock bristen på synligt fast berg att närmare utreda.

[3] Förekomsten vid Hovdrosætern är en ljus, hård, strimmig, oren kalksten, mycket skrynklad. Den synes mig snarare tillhöra Birikalkens än kalksandstenens nivå.

[4] Öiegneisen, s. 11.

bergarterna, och då vidare ögongneisen, såsom vi nu veta, är äldre än sparagmitformationen, så hänvisa förhållandena i Svarthammerpartiet med bestämdhet på, att dervarande sparagmitsandstenar tillhöra en öfverskjuten skolla, i hvars botten trasor af det yngsta urberget, ögongneisen, följt med. Men Svarthammerens parti och Kvitvolas parti äro påtagligen genom Engerdalens djupa skärning skilda delar af ett ursprungligen sammanhängande fält, och de i det förra så tydliga bevisen för befintligheten af en öfverskjutning hafva derför ock beviskraft äfven för det senare, särdeles som äfven i detta flera förhållanden peka i samma riktning, såsom vi förut hafva sett.

Koppang-skollan. I trakten kring och N. om Koppang i Österdalen förefinnas mycket invecklade och abnorma lagringsförhållanden, samt mångenstädes äfven starkt pressade bergarter. Här hafva vi åter en öfverskjuten skolla, den mest komplicerade men äfven den mest intressanta af alla de skollor, som förekomma inom vårt område. Den börjar något S. om Koppang och sträcker sig mot N. till inemot Öv. Rendalens kyrka, omfattande Ulberget och Månsæterklet i V. samt Valesjöberg i Ö.

Bergarterna i trakten kring Koppang och deras ordningsföljd hafva redan i det föregående blifvit omnämnda. De vigtigaste af dem äro i ordning uppifrån—nedåt:

Sparagmitsandsten,
Koppangskiffer,
Birikalksten,
Kvartsit,
Ögongneis.

Sparagmitsandstenen, hvilken vanligen är rödaktig, men stundom blåaktig, såsom t. ex. N. om Buruen, öfvergår uppåt i dels rödaktig, dels ljus, mer eller mindre förskiffrad sparagmit, stundom med porfyriskt inströdda större korn af violettbrun till rödbrun fältspat.[1] Sådan är bergarten i hela Morafjeld, som intager skollans midtparti. Vi skola nu följa skollans gränser.

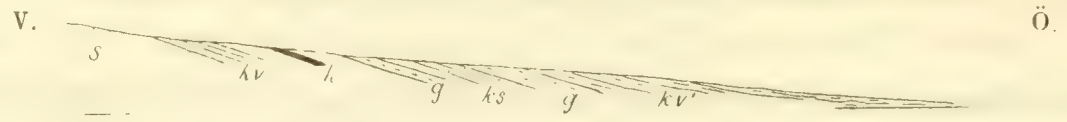
Det NV. om Koppang på vestsidan af Glommen belägna Ulberget består af ögongneis vexlande med en mörkgrön, temligen fin, skiffrig bergart, antagligen en förskiffrad grönsten. Vester om Ulberget ligger ett annat berg, något högre än detta. Högt uppe i dess sydöstra sluttning, ungefär i jemnhöjd med Ulbergets topp, finnas några hällar af en starkt sträckt ögongneis med strimlikt utdragna ögon. Den stupar flackt SO. I dess liggande uppträder en mörk, temligen finkornig sparagmit, som ej är förskiffrad. Vi hafva således här en starkt förskiffrad äldre bergart hvilande på en ej förskiffrad yngre; mellan dem måste följaktligen ett öfverskjutningsplan framgå.

Ögongneisen i Ulberget fortstryker mot N. öfver Månsæterklet bildande en småningom afsmalnande zon. Den utgör skollans vestra kant. SV. om Månsæterklet finnes dock V. invid ögongneisen en i hög grad förskiffrad sparagmit, som möjligen äfven kan tillhöra skollan, enär de omgifvande sparagmiterna ej pläga visa några påfallande pressfenomen. På sträckningen från Glommen mot N. till Kiv-sjöarne är stupningen invid

[1] Sparagmit med detta utseende har jag ej sett i sparagmitfältet närmast utomkring skollan, men inemot fältets nordgräns är sådan ej ovanlig.

gränsen mycket brant, delvis t. o. m. utåt, *från* skollan, ett förhållande som — så vidt mig bekant — är enastående inom vårt områdes skollor. Efter gränsens vidare förlopp mot N. sker dock snart en omkastning, och redan vid Harrennen är stupningen flackt mot Ö. I nämnda djupa bäckskärning, der berggrunden är jemförelsevis väl blottad, kan man se, hurusom skollans lägsta del har en ganska komplicerad sammansättning. Se profil fig. 74. Skollans underlag bildas här af den längst i V. synliga grå sparagmiten.

Fig. 74. Profil efter Harrennen.



s grå sparagmit; *k* grå, finkristallinisk kalksten, starkt sträckt; *kv* kvartsit med dolomit; *g* starkt pressad gneis; *ks* sparagmitskiffer och knottrig, kalkig kvartsit; *kv'* ljus, kvartsig sparagmitskiffer med hvit dolomit.

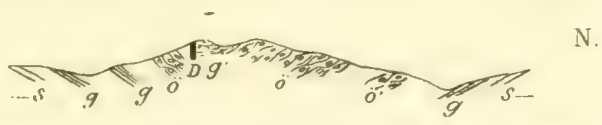
I följd deraf, att Rendalens stora förkastning, utefter hvilken det i V. belägna partiet sjunkit, genomskär skollan, är dennas nordgräns Ö. om Rendalen förflyttad omkring 10 km. mot S. Bergarterna på östra sidan af Rendalen midt emot Harrennen äro ej förskiffrade och tillhöra säkerligen ej skollan. Denna visar sig åter först vid Mistra. Den första häll man träffar, när man följer denna å från Rena uppåt, är en ytterst starkt pressad ljus sparagmit stupande flackt mot V. Strax ofvanför den anstår medelgrof granit med ett något förstördt utseende, men ej förskiffrad. Här hafva vi således åter en god gränspunkt. Den förskiffrade sparagmiten är vidare synlig utefter S. Renåen, der den stiger ända upp på platån. Den som vill se en riktigt pressad och utvalsad sparagmit kan få tillfälle dertill här. Bergarten är tunnskifvig, något storbucklig, och hvarje dess korn är utdraget till en liten strimma. I de ofvanför liggande fjällkupperna åter är bergarten grå sparagmit med vanligt utseende.

Söder om S. Renåen är berggrunden mycket jordtäckt, och jag kan ej anföra någon god gränspunkt förr än den i Androgåsen, S. om Valesjöberg, der vi återfinna ögongneisen vid skollans kant. Rörande de invecklade förhållandena här må hänvisas till kartskissen fig. 76 och profilen fig. 77. Vester om Storsjön anstår midt emot Androg mäktig Birikalk. Antagligen är skollans gräns att söka strax S. om denna; jordtäckning gör dock förhållandena här otydliga. Vester om Stor-Elvedalen reser sig ett litet vackert fjäll kalladt Snipen. Med sin södra, tvärbranta sida och sin långsluttande norra ser det ut som om det blifvit öfverskjutet mot S. På den motsatta, östra, sidan af Glommendalen ligga ett par mindre berg med likartad byggnad. Man skulle på grund af de topografiska formerna kunna tro, att öfverskjutningsplanets utgående vore att finna vid foten af dessa tvära afsatser, men så är icke fallet. Ända ned ifrån elfven och upp till Snipens topp är bergarten ljus sparagmitsandsten, som uppåt blir allt mer förskiffrad, dock kan förskiffringen äfven på toppen ej sägas vara särdeles stark. Snipens hela massa är tydligen en kontinuerlig bildning, men den uppåt tilltagande förskiffringen låter förmoda, att öfverskjutningsplanet gått strax ofvanför Snipens topp. Dess utgående finnes äfven ganska riktigt strax N. om Snipen. Det berg, som ligger mellan denna och Tryeåen, består nemligen af Koppangskiffer hvilande på Snipens sparagmitsandsten. Denna öfverlagring är abnorm, ty Koppangskiffern tillhör en lägre nivå än sandstenen och är för öfrigt

främmande för traktens *normala* lagerföljd. Koppangskiffern i nämnda berg är en liten del af Koppangskollan, som genom Tryeåens djupa klyfta blifvit skild från hufvudpartiet.

Inom Koppangskollan finnas tvenne från randpartierna skilda små isolerade fält af ögongneis; det ena bildar fjället Odtlougen, det andra Valesjöberg. I Odtlougen utgöras de understa lagren af en mörk, gneisig skiffer med spridda än större än mindre fältspatögon. Den stupar öfverallt inåt fjället, således *från* den omgifvande sparagmiten, hvilken den följaktligen öfverlagrar. Högre upp följer ögongneis med normalt utseende, men fjällets högsta delar bestå af andra gneiser. Detta ögongneisens märkvärdiga uppträdande i Odtlougen skulle jag vilja sammanställa med den förut omnämnda abnorma lagerställningen i skollans närliggande nordvestra kant och tolka förhållandena så, som å profil 5, tafl. 4

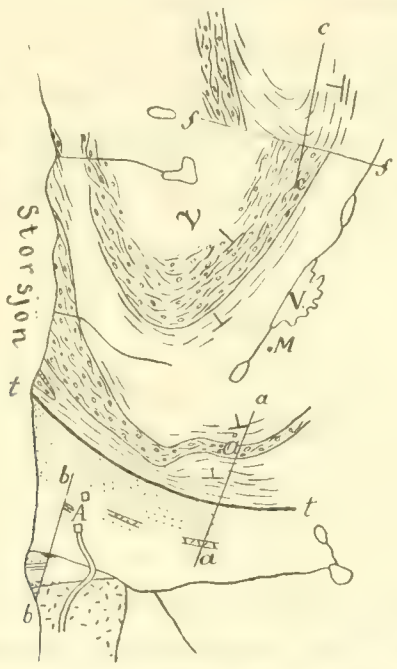
Fig. 75. Odtlougen.



s sparagmitskiffer; *g* gneisskiffer; *ö* ögongneis; *g'* gröfre och finare gneiser af vexlande utseende genomsatta af kvartsgångar; D mörk, medelgrof hyperitliknande diabas.

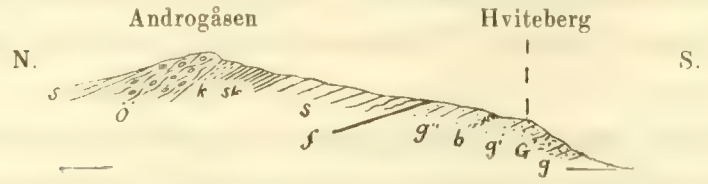
skematiskt angifves. Genom denna uppfattning skulle kunna förklaras ej blott gneisens läge ofvanpå sparagmiten, utan äfven hvarför gneisen i Odtlougens bas blifvit så starkt sträckt, att den förvandlats till en skiffer, under det att den visar sig föga sträckt i fjällets öfre delar. Vidare skulle förklaras hvarför öfverst i fjället andra gneiser förekomma. Sådana pläga nemligen underlagra ögongneisen när denna uppträder under normala förhållanden, såsom i Lövåsen N. om Kvam, men om Odtlougens hela massa är inverterad, då kunna dylika gneiser väntas ligga öfver ögongneisen.

Fig. 76. Kartskiss öfver södra delen af Valesjöberg och Androgåsen. Skala 1 : 100000.



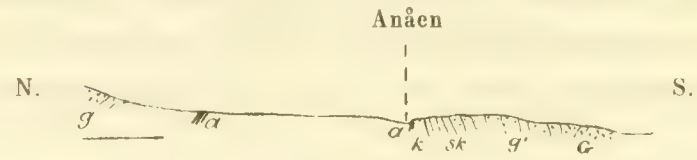
♈ Valesjöberg; ♌ Androgåsen; *A* Androggårdarne; *M* Movallen; *V* Valesjö; *t* öfverskjutningsplan.
De petrografiska beteckningarnas betydelse framgår af profilerna på nästa sida.

Fig. 77. Profil efter linien a—a, fig. 76.



s ljus sparagmitskiffer; *ö* ögongneis; *k* ljus kvartsit; *sk* skiffer lik Koppangs, men hårdare; *g''* gröngrå, fin sparagmit med ej synnerligen pressadt utseende; *b* rödbrun, sandig massa med bitar af granit m. m.; *g'* smutsgrå kvartsit, tät och splintrig; *G* granit; *g* grå kvartsit med förstördt utseende och blandad med grå skiffer; *f* öfverskjutningsplan (= *t* å kartskissen).

Fig. 78. Profil efter linien b—b, fig. 76.



g grå sparagmit; *a* alunskiffer; *k* kvartsit; *sk* röd skiffer med ljusa fläckar; *g'* grå, temligen fin sparagmit; *G* granit.

Fig. 79. Profil efter linien c—c, fig. 76.

ö ögongneis; *s* sparagmitskiffer; *f* förkastning.

I Valesjöberg synas förhållandena vara ännu mera invecklade än i Odtlougen. Se fig. 76—79. Berget består hufvudsakligen af ögongneis, hvilken i S. hvilar på sparagmit liksom i Odtlougen, men förhållandena äro det oaktadt ej fullt likartade. Sparagmiten är ljus, temligen grof och förskiffrad. Den innehåller lager af konglomerat, i hvilka de ända till hufvudstora, mestadels af kvartsit bestående bollarne äro starkt sträckta. Närmast under ögongneisen är sparagmiten delvis mycket grof och full af stora fältspatbitar. Den ser ut att vara bildad af gneisgrus. På ett par ställen, der kontakt sågs blottad, förefanns i den ej någon aflossning. Kontakten hade allt utseende af att vara primär, men måste i sitt nuvarande läge naturligtvis vara inverterad, enär konglomeratet och gneisgruset tydligen äro bottenbildningar. Vid Skaret (amtskartans Nyevarpet), V. nedanför norra delen af Valesjöberg, synes ögongneisen, att döma af stupningen, likaledes öfverlagra sparagmitiska bergarter (se fig. 80), men på en något S. om Skaret belägen

Fig. 80.

g grå sparagmit; *k* blågrå, hård, skifvig kalksten, närmast öfverlagrad af en smutsgrön, tät, något skiffrig och splintrig bergart, möjligen en gnuggsten; *s* ljus, kvartsig sparagmitskiffer; *Ö* ögongneis, delvis ganska granitisk.

udde sticker ögongneis upp under sparagmitskiffer, (fig. 81.) Söder om denna udde vexla ögongneis och sparagmitskiffer upprepade gånger utefter stranden, under det att den förra är enarådande i berget ofvanför. Bergarterna vid stranden mellan nämnda udde och Androg äro liksom murkna och låta misstänka, att en förkastning härinvid framgår.

Fig. 81. Udde något S. om Skaret.

Ögongneis uppstickande under sparagmitskiffer.

Af det nu om Valesjöberg anförda är det tydligt, att dess ögongneis hvilar på pressad sparagmit, under hvilken åter ögongneis uppsticker. Huru detta skall förklaras vågar jag ej med bestämdhet yttra mig om. Den tolkning jag anser sannolikast är, att Valesjöbergs ögongneis bildar — jemte Odtlougens — ett öfverstjelpt veck, under hvilket ligger ett annat dylikt, som uppsticker i Androgåsens ögongneis, men nedåt afskäres af det stora öfverskjutningsplanet.[1] Framför detta torde ett par mindre sådana finnas.

Graniten i nedre delen af Androgåsen, eller det s. k. Hviteberg, (jfr sid. 120, not 6) uppfattar SCHIÖTZ såsom en liggande gång,[2] men det synes mig sannolikare, att den är en inpressad skolla af sparagmitens underlag, och att under densamma ett mindre öfverskjutningsplan framgår. Graniten har nemligen ett mycket förstördt utseende, och i den äro liksom inrörda mörka partier, hvilka se ut att vara någon sönderpressad grönsten. Dess öfre gräns mot sparagmiten är mycket skarp, men ej så den undre. Om denna senare må SCHIÖTZ' egen beskrifning anföras (s. 9). »Vestanfor og ovenfor traf vi gråblå sparagmiter, tildels finkornede intil blåkvartsartede, og derpå en styg skifer med kvartssandstenlag overleiet af granit. Skiferen er særdeles gjennemsat med Sletter og kunst i Småstykker; de mellemliggende Sandstenlag er tildels småbölgede.» Om en något vestligare belägen punkt säger SCHIÖTZ, att öfver den lägst synliga sparagmiten »kom en Del ubestemmelige Bergarter, krystalliniske eller klastiske med rödlig Feldspath, og så endelig tydelig Granit». Af dessa SCHIÖTZ' beskrifningar framgår, att granitens undre kontakt ej är normal, utan att der betydande rubbningar med åtföljande söndersmulning af bergarterna försiggått.

Något ofvanför Hvitebergs brant finnes en rödbrun, temligen fin, något sandig massa med bitar af granit m. m. Det är antagligen denna SCHIÖTZ menar när han säger (sid. 10): »Nær Åsranden såes en styg, ligesom brændt, röd, sandstenagtig Skifer med inströede Stykker af Granit, Kvarts og Feldspath». Här torde ett annat öfverskjutningsplan komma fram, men antagligen ej den stora öfverskjutningens, ty bergarterna på båda sidor äro temligen lika, nemligen grå sparagmit och kvartsit. Först något högre upp, der ljus sparagmitskiffer lägger sig öfver denna gråa sparagmit, kan det stora öfverskjutningsplanet antagas vara beläget.

Rörande ögongneisen i Valesjöberg må tilläggas, att den i regeln icke är särdeles starkt förskiffrad. På sina ställen, såsom t. ex. ofvanför Skaret, framträder t. o. m.

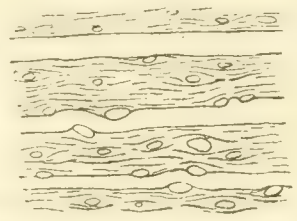
---

[1] Om Androgåsen har SCHIÖTZ en helt annan uppfattning. »I selve Androgåsen synes Lagbygningen at være urokket» säger han, »men Sletter og Skjöler, der optræder både i Graniten og Sparagmiten, og den øpknuste Tilstand, Skiferlagene på enkelte Steder befinder sig i, viser, at også disse Lag har været udsat for voldsomme Trykkræfter.» (Sparagmit-Kvarts-Fjeldet langs Grænsen, s. 37.) Ögongneisen anser SCHIÖTZ för en eruptiv bergart som är yngre än och genomsätter de omgifvande sparagmitskiffrarne, hvilka åter han anser vara yngre än primordiallagren vid Androg.

[2] Sparagm.-Kv.-Fjeldet langs Grænsen, s. 37.

dess natur af porfyrgranit i ganska påfallande grad, såsom redan nämndt. I bergens undre delar är den der visserligen tydligt skiffrig, men uppåt blir den nästan rent massformig, och dess fältspatögon blifva då närmevis rektangulära. I bergets högsta delar framträder skiffrigheten något mera, dock äro fältspatögonen, som kunna nå 6 à 8 cm. i tvärmått, vanligen föga långsträckta. Midt uti sådana föga skiffriga partier träffas dock strimmor med starkt utpressade ögon. Mot norr får bergarten ett i viss mån lagradt utseende. Der förekomma nemligen i den grofva gneisen ljusa, finkorniga band, från ett par till 20 à 30 cm. tjocka, möjligen ursprungligen finkorniga gångar. Se fig. 82.

Fig 82.



Ögongneis med ljusa, finkorniga inlagringar.

Ögongneisen i Valesjöberg bär således alltigenom tydliga spår att hafva varit utsatt för starkt tryck, men dessa spår äro i regeln ej höggradiga. Mest framträda de i ögongneismassans öfversta och understa delar, ett förhållande, som skulle kunna anses tala till förmån för det ofvan framställda tolkningsförslaget.

Espedal-skollan och dess omgifningar. Ett parti, som äfven har karaktären af en öfverskjuten skolla, är fjällpartiet kring Espedalen. Ofvanpå den fyllit, som utbreder sig kring dess norra fot, och i hvilken Björlykke funnit graptoliter,[1] kommer här först en ljus, fin, ytterst pressad bergart, antagligen en förstörd högfjällskvartsit. Den öfverlagras af mäktiga massor af diverse gneiser, hvilka fullkomligt hafva urbergsgneisers habitus. Till dem sluta sig i söder gabbrobergarter af samma typ som Jotunfjällens. Öster om Espedalen komma de i direkt beröring med fylliten, enär här den mellanliggande gneisen saknas, och då äro de tryckmetamorfoserade nästan till oigenkänlighet.[2] Huru starkt pressade och knådade bergarterna vid foten af Espedalsfjällen äro beskrifves mycket åskådligt af Björlykke, som dock anser gneisens öfverlagring öfver siluren vara normal. »Skrider man videre opover langs bækken,[3] bliver skiferlagene mere och mere foldede og forsynet med kvartskirtler. I ca. 50 m:s höide over vandet træffer man foldede lag af dels gråstreget dels sortstreget skifer; foldningsaksens retning NNV—SSO med hældning mod NNV. 15 m. höire oppe ses den grå lerskifer at indeholde indtil metertykke lag af en mörk, sortstreget skifer i folder samt meterlange ellipsoider af mörk kvartsit, der synes att have tilhört et sönderbrudt ca $^1/_3$ m. tykt kvartsitlag. I 100 m:s höide over vandet lægger höifjeldskvartsen sig over — tilsyneladende med afvigende lagning . . .

[1] Höjfjeldkvartsens nordöstlige udbredelse, s. 64

[2] »Under mikroskopet viser en sådan varietet fra Roen str., syd for Dalbakken, sig som en voldsomt presset bergart, hovedsagelig bestående af en detritus-masse af kvarts og feldspat . . .» Björlykke, l. c., s. 66.

[3] En liten bäck, som rinner ned i Fagerli vand.

Mellem skiferen og höifjeldskvartsen ligger et over 1 dm. tykt detrituslag af blöd, knust skifer.» [1]

Espedalsfjällen bestå således af bergarter, hvilka, af alla petrografiska analogier att döma, äro försiluriska. De hvila afvikande på silur, och invid kontakten uppträda excessiva tryckfenomen. Har man en gång i princip antagit öfverskjutningshypotesen, då kan man ej undgå att anse nämnda förhållanden såsom goda bevis för, att äfven Espedalsfjällen tillhöra en öfverskjuten skolla.

Kring Espedalsskollan ligga några mindre partier i likaledes abnorma lägen, nemligen Elslitkampen, Valsfjeld, Fæforkampen och antagligen äfven Lövåsfjeld (N. om Kampesæter). I det sistnämnda har jag ej sett fast berg, men blocken angifva, att dess öfversta del består af gneisiga bergarter, [2] hvilka i så fall efter all anledning ligga ofvanpå den omgifvande och topografiskt vida lägre liggande fylliten.

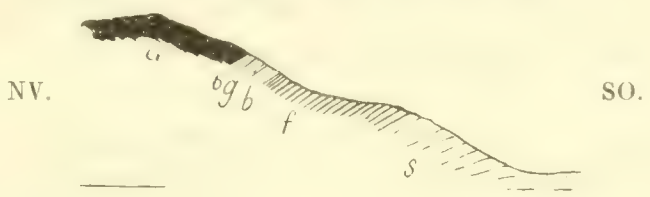
Förhållandena i Fæforkampen äro särdeles invecklade. Fjällets öfversta del består af en finkornig grönsten med förstördt utseende. Tillsammans med och liksom inrörda

Fig. 83. Profil öfver Fæforkampen mot SV. till foten af Espedalsfjällen.

Gn gneis; *h* högfjällskvartsit; *f* fyllit; *s* grå, pressad sparagmit; *svart* gabbro; *t* öfverskjutningsplan.

i den förekomma dock äfven gneisiga partier och ljus, delvis blåaktig kvartsit. Under grönstenen ligger en 50 à 60 m. mäktig fyllit, i hvars öfversta del förekomma inlagringar af blåkvarts och svart skiffer. Fylliten hvilar i sin ordning på en grå, mesta-

Fig. 84. Fæforkampen, öfversta delen.



G gabbro; *b'* blåkvartsartad bergart med förstördt utseende; *g* gröngrå, seg skiffer (pressad grönsten?); *b* blåkvarts; *f* fyllit; *s* grå sparagmit.

dels temligen grof sparagmit, som genomgående är så starkt pressad, att den ej sällan vid hastigt påseende liknar grå gneis. Den innehåller ofta stora flagor af lerskiffer, möjligen sönderslitna lager. Under sparagmiten ligger traktens vanliga siluriska fyllit. Sparagmiten bildar liksom en långsträckt skolla, hvilken i SO. sträcker sig in under Valsfjeld, hvars öfversta del består af gneiser. [3] Efter all sannolikhet är Fæforkampens gabbro och Valsfjelds gneiser denudationsrester af samma öfverskjutna parti, till hvilket Espedals-

[1] l. c. sid. 65.
[2] KJERULF hänför Lövåsfjeld till sin höifjeldskvartsit på samma sätt som han gör med Espedalsfjällens gneis.
[3] Sparagmitskollans kontur är utsatt på kartan.

skollan ursprungligen hörde. Hvad åter den grå sparagmiten beträffar, så synes det enklast att uppfatta den såsom en normal inlagring i fylliten. Det skulle visserligen äfven kunna tänkas, att den kunde tillhöra en under den stora öfverskjutningen liggande mindre öfverskjutningsskolla, men då möter den svårigheten, att i den riktning, hvarifrån traktens öfverskjutningar kommit, d. v. s. från NV., icke någon dylik grof grå sparagmit är känd.

Vi hafva nu gjort bekantskap med en hel följd af abnormt liggande skollor, som ej låta sig förklaras annorlunda än genom öfverskjutningar, och i hvilka äfven bergarternas ofta ytterligt starkt pressade och utvalsade beskaffenhet bär vittne om den oerhörda mekaniska åverkan, för hvilken de varit utsatta. Längre mot sydvest finnas efter all sannolikhet flera sådana skollor, men dem känner jag ej af egen erfarenhet, enär jag blott föga berest den delen af kartområdet. Björlykke uppgifver, att de S. om Espedalsfjällen belägna Snurenfjeld, Dybkjærnfjeld och Fukhammerne bestå af gabbro, och i så fall torde den hafva fått sin nuvarande plats på samma sätt som Espedalsfjällens. Kjerulf angifver granit och kvartsit i Hemsedalsfjällen och i fjällen på båda sidor om Helevand såsom liggande på Valders stora fyllitfält, och då kan denna öfverlagring — att döma af alla analogier — icke vara normal. På kartan hafva derför äfven de nämnda fjällpartierna betecknats såsom öfverskjutna.

Den stora öfverskjutningens hufvudskolla.

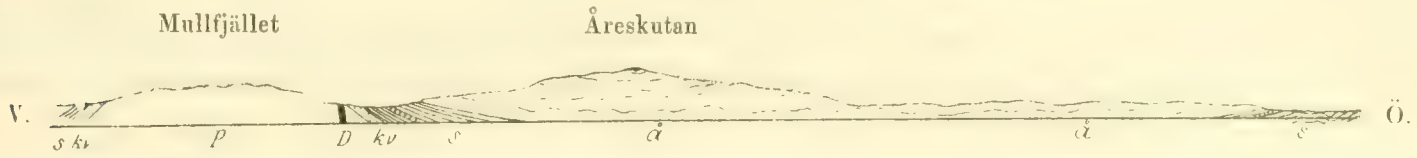
De i det föregående omtalade isolerade skollorna äro — såsom redan antydt — att betrakta såsom genom denudationen lösskilda delar af en stor öfverskjutning. Vi vilja nu öfvergå till dennas hufvudparti eller den stora öfverskjutna skolla, som ännu sammanhänger med de bergmassor i vester, från hvilka utpressningen skedde. Först vända vi oss då till denna stora skollas nuvarande ytterkant.

Hufvudskollans ytterkant. Mera än på något annat ställe hafva i trakten kring Åreskutan gränsförhållandena kring den stora öfverskjutningen blifvit undersökta och beskrifna. Detta har haft sin orsak i flera omständigheter. Trakten är jemförelsevis lätt tillgänglig; försteningsförande silur finnes i Åreskiffrarnes omedelbara närhet, och dessa senares öfverlagring öfver den förra är mera än annorstädes vid skollkanten otvetydig. Vi vilja derför börja redogörelsen för förhållandena vid skollans ytterkant med en framställning af dem i trakten kring Åreskutan.

Öfverskjutningsskollans ytterkant går något Ö. om Åreskutan, men V. om detta fjäll är skollan genombruten, och i följd häraf är underlaget, siluren, synligt icke blott Ö. utan äfven V. om Åreskutans skifferparti (se kartan och profilen fig. 85). I vester är t. o. m. silurens underlag blottadt; vi se det i Mullfjällets porfyrmassor. På båda sidor om Åreskutan stupar siluren, som närmast fjället är öfversilur, såsom dess försteningsförande kalkstenar visa, in under Åreskiffrarne; öfverlagringen är otvetydig, men kontaktförhållandena äro på olika ställen något olika. Några exempel må anföras. Öster

om Åreskutan, S. om Helgesjön, markeras skollans gräns af en tvär, men ej hög afsats bestående af en hård, kvartsig, liksom sammanältad massa, hvilken dock uppåt snart öfvergår i en småbucklig glimmerskiffer. Något sydligare, SV. om Undersåker, bildas skollans fot likaledes af en tvär afsats bestående af en oredig, kvartsig massa med bitar af kalksten och äfven partier med granitiskt utseende. Vid Ullån, V. om Åreskutan, der kontakten är blottad i ett litet vattenfall, ligger omedelbart på den siluriska lerskiffern en oredig kvartsit, som dock uppåt snart blir glimmerskifferartad och sedan aflöses af

Fig. 85. Profil öfver Åreskutan.



s silur; *kv* kvartsit; *P* porfyr och porfyroid; *D* diabas; *å* Åreskiffrar.

hornblendeskiffer. På alla de nu nämnda ställena är gränsen mellan skollan och dess underlag mycket bestämd, men annorlunda synes förhållandet vara vid Åreskutans nordvestra fot. Vogt, som närmare undersökt dervarande lagerföljd, fann ej någon markerad gräns mellan siluren och Åreskiffrarne.[1]

På samma sätt som i småskollornas bottnar större och mindre skifvor af urbergarter kunna förekomma, så träffas sådana äfven i hufvudskollan. Mestadels äro de starkt förskiffrade graniter eller porfyrer. Vid Långmyrvallen t. ex., NO. vid sjön Grönningen, S. om Dufed, finnes en gneisig bergart, som har utseende af att hafva undergått en mycket stark utvalsning. Den ligger omedelbart under Åreskiffrarne och på porfyren, som här bildar skollans underlag. Högbom omtalar en skifva af starkt pressad porfyr, som vid Krok (N. vid Kallsjöns sydöstra del) ligger ofvanpå siluren.[2] Norr om Jufveln finnes en smal zon af gneisgranit mellan siluren och Åreskiffrarne. På sträckningen från Dufed mot NV. upp till Storrensjön hafva flerstädes gneisiga bergarter observerats i skollans botten (fig. 86). Sydvest om Undersåker höjer sig ett berg, som består af förskiffrad porfyr, delvis granitisk. Denna bergart bildar här liksom en skifva mellan siluren i liggandet och en grön-

Fig. 86. Profil från St. Rensjön mot Ö. till foten af Flanderstöten.

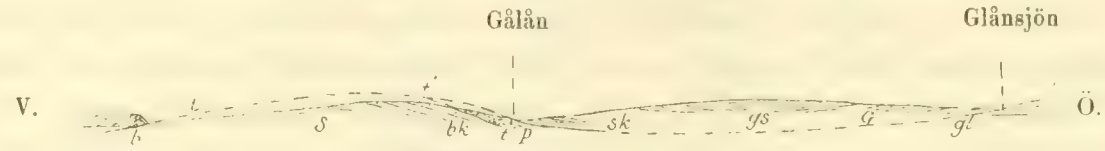
k kärfskiffer; *b* blåaktig kvartsskiffer; *gn* ljusgrön gneisskifter; *l* lerskiffer och fyllit; *t* öfverskjutningsplan. Närmast på detta ligger en konglomeratartad bildning bestående af bollar och bitar af gneis och kvartsit i en gneisig grundmassa.

aktig, temligen hård skiffer i hängandet. Denna senare tillhör Åreskiffrarne och den stora öfverskjutningens hufvudskolla. Äfven porfyren har tydligen kommit på sin nuvarande plats genom öfverskjutning, men då de skiffrar, som ligga närmast på den, hafva ett mer pressadt utseende än porfyren sjelf, så är jag böjd att uppfatta den senare såsom icke

[1] Om malmförekomster i Jemtland och Herjedalen.
[2] l. c. sid. 27 och fig. 14.

tillhörande den stora skollan, utan bildande en liten särskild skolla, som släpats med under den stora (se fig. 87). Sådant torde för öfrigt ofta förekomma, derför tala analogierna från Skotland, men i våra jordtäckta trakter, der kontakter så sällan äro blottade, kunna öfverskjutningarnes detaljer i regeln icke närmare studeras.

Fig. 87. Profil S. om Hålland.



b oredig, kvartsig massa; *s* grönaktig, sandstensartad bergart, temligen fin och fast; *bk* blåaktig kvartsitskiffer med lerskifferlager; *P* porfyr, förskiffrad; *sk* småbucklig skiffer; *gs* grön, fin skiffer, temligen hård; *G* grönstensskiffer; *gl* glimmerskifferartad kvartsitskiffer; $t - t$ öfverskjutningsplan af första ordningen. Längst i öster ligger under detta grå silurisk sandstensskiffer; $t' - t'$ öfverskjutningsplan af andra ordningen.

Af de nu anförda exemplen från trakterna kring Åreskutan framgår, att bergarterna i skollans botten, närmast öfverskjutningsplanet, i regeln bära mycket tydliga spår af mekanisk åverkan, i det att de än äro starkt utvalsade och förskiffrade, än åter sammanknådade till orediga massor. Uppåt antaga bergarterna emellertid snart ett mera normalt utseende, dock kan man stundom högt öfver öfverskjutningsplanet finna partier, som påtagligen genomgått mekaniska omformningsprocesser. Ett exempel härpå visar Åregneisen i Åreskutan. Den har nemligen på sina ställen ett i viss mån breccieartadt utseende, i det att bitar, mestadels med afrundade former, af finkornigare, stundom tydligt skiktade bergarter ligga liksom inrörda i densamma. Enär dessa bitar — eller bollar, om man så vill — tyckas till sin petrografiska natur stå Åregneisen nära och skilja sig från den hufvudsakligen genom finare korn och hårdare beskaffenhet, så anser jag det sannolikt, att de ej äro brottstycken af äldre bergarter, utan delar af hårdare lager i Åregneisen sjelf, hvilka under öfverskjutningsprocessen blifvit sönderbrutna och inknådade i den lösare hufvudmassan. Likartade förhållanden, ehuru mindre starkt utpräglade, kan man få se äfven i Åreskutans amfibolitiska skiffrar.

Norr om Åreskuttrakten markeras den öfverskjutna skollans gräns af den smala strimma af siluriska bergarter, hvilken — såsom förut nämndt — framstryker Ö. om Torrön och vidare mot N. I skollans understa del ingå urbergarter mer och mer ju längre mot norr, d. v. s. skollan blir mer och mer lik underlaget, som här hufvudsakligen består af urberg, och funnes ej den smala silurstrimman inklämd mellan det öfverskjutna och det icke öfverskjutna urberget, då skulle öfverskjutningsplanets utgående här vara svårt att följa. Nedanstående profil visar förhållandet vid det nordligaste ställe efter denna sträckning, der öfverskjutningen blifvit observerad.

Fig. 88. Profil SO. om Græssåmo.

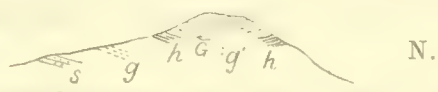
g gneisskiffer; *k* gråaktig, kristallinisk kalksten; *kv* blåaktig kvartsitskiffer; *G* granit, ljus, temligen grof, något flasrig; *t* öfverskjutningsplan.

Vi vända oss nu till skollans gräns S. om Åreskutan. Rörande densamma kan i allmänhet sägas, att den är mycket lätt igenkänlig öfverallt, der den ej är dold af för

stark jordtäckning. I trakten SV. om Sällsjön t. ex. består skollan af vacker, ljus sparagmitsandsten, som är mycket regelbundet skiktad utom närmast de underliggande silurbergarterna, der den är liksom hoptofvad och knådad. Kontrasten mellan skollan och Vesterfjällets underliggande blåkvarts, som ej visar några nämnvärda pressfenomen, är mycket påfallande. Längre söderut finnes en god gränspunkt i Gafvelåsen (NV. vid Aloppas krök). Här uppträda åter gneisiga bergarter i skollans botten, och på dem ligger starkt pressad, konglomeratisk, ljus sparagmit. »Bollarna i denna», säger Högbom, »hvilka till största delen utgöras af svagt violettfärgad kvarts, hafva utvalsats till tunna kakor med nästan egghvassa kanter och derjemte stundom utsträckts i en viss riktning, hvarvid de i ändarne blifvit liksom sammansvetsade med den skiffriga matrix, i hvilken de ligga». [1] Under sin vidare fortstrykning böjer sig skollans kant mot SV. och V. och går N. om Ruten fjäll öfver riksgränsen. På hela denna sträcka bildas skollans botten af mäktiga urbergarter, nemligen först medelgrofva, jemnkorniga granitgneiser, hvilka sedan mot V. öfverlagras och utträngas af ögongneis. Denna senare är i regeln utprägladt skiffrig, men kan ock på sina ställen vara mycket granitisk såsom i det förut omnämnda Vedulfsberget, N. om Ulftensjön. Sydost vid sjön Låssen slutar ögongneisen plötsligt, men återfinnes omkr. 20 km. längre mot NV. Efter all sannolikhet beror detta afbrott på en efter Ljusnans dal i NV—SO:lig riktning gående förkastning, NO. invid hvilken en sänkning inträdt.

Kring Tennäs har ögongneisen stor utbredning och är väl utbildad. Så är ock delvis fallet i det antagligen från hufvudmassan isolerade parti af ögongneis, som utbreder sig kring Vattnan och Fredsjön, dock är bergarten der på sina ställen nästan till oigenkänlighet förstörd. Så t. ex. i Fredsjöberget, der ögongneisen representeras af en grof, smutsgrön skiffer med små, spridda fältspatögon. Sydost om Tennäs ligga trenne berg med namnet Krök. Det nordligaste af dessa, Hemkröken, består af flera bergarter, alla starkt pressade (se profil fig. 89), de båda öfriga af en mörk, tät, oskiffrig men starkt

Fig. 89. Hemkröken.



s sparagmitskiffer; *g* grönstensskiffer; *h* mörk, hälleflintartad skiffer; *G* grof porfyrgranit, flasrig, liknar pressad Filipstadsgranit; *g'* grön, temligen fin, gneisig bergart (pressad grönsten?).

förklyftad bergart, så förstörd, att dess natur ej ens under mikroskopet kunde med säkerhet bestämmas.

I trakten kring Tennäs och Funäsdalen finnes på flera ställen kalksten, delvis dolomitisk, i ögongneisens omedelbara närhet, såväl i dess liggande som i dess hängande. I dess liggande har Ö. om Vattnan kalksten eller kalksandsten observerats på flera ställen. Så t. ex. vid Hållvallen, vid Svartåsen, i östra sidan af Fredsjöåsen, och i södra sidan af Trollkäringberget, hvarför det synes antagligt, att här ett temligen sammanhängande om än föga mäktigt kalkigt lager finnes. Vid Hållvallen är bergarten öfvervägande kalksandsten, i hvilken ligga körtlar af i friskt brott gråhvit, på vittrad yta brandgul, temligen tät kalksten. Kalksandstenen är delvis i hög grad hopknycklad och hoprörd. På de öfriga

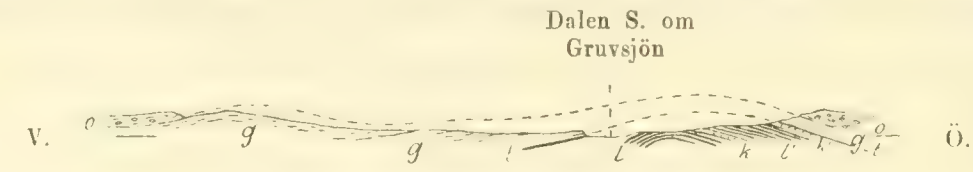
[1] l. c. s. 31.

nämnda ställena är bergarten äfven öfvervägande kalksandsten. Nedanför Vedgårdsberget NO. vid Tennäs och i det något nordligare belägna Grönstaksberget finnes äfven kalksten i gneisens liggande. Kalkstenen är här ljus, finkristallinisk och något sandig. Den öfverliggande gneisen är så starkt förskiffrad, att den kan betecknas såsom en mörk, glimmerskifferartad gneisskiffer med blott spridda fältspatögon.

I ögongneisens hängande finnes i Röstberget, Ö. vid Funäsdalen, en temligen mäktig bildning af småbucklig fyllitisk lerskiffer med inlagringar af blågrå kalksten. Denna är i de undre lagren temligen tät, men blir uppåt mera kristallinisk. Vester vid Funäsdalen uppträder en fortsättning af samma kalkstensbildning, här tydligt underlagrande Funäsdalsbergets mäktiga glimmerskifferartade sparagmitskiffer. Denna innehåller i sin nedersta del körtlar af gulhvit dolomit. Kalksten -- om än föga mäktig — har äfven observerats i ögongneisens hängande i Ulfberget Ö. om Låssen och N. om den sydligaste af Grundsjöarne.

Strax norr om fjället Ruten skärer — såsom nämndt — öfverskjutningsplanets utgående öfver riksgränsen. Den N. härinvid belägna Vauldalshögda består öfverst af ögongneis, under hvilken ligga diverse gneisiga bergarter, som dels synas vara pressade, medelkorniga, ljusa graniter, dels pressade grönstenar. Skiffrigheten är i det stora hela sväfvande. Dessa gneisiga bergarter hvila på en ljus, temligen starkt förskiffrad sparagmit, hvilken i sin ordning hvilar på Rutens granit, som ej är förskiffrad. Något N. om Vauldalshögda, vid och S. om en liten sjö, Gruvsjön, är skollan genombruten. Vi befinna oss här vid södra ändan af ett stort genombrott i skollan, Skarsfjällens genombrott. Här ser man under skollans gneisiga bergarter en ljus, vanligen något blåaktig kvartsit med inlagringar af mörka skiffrar, delvis alunskifferartade.[1] Se nedanstående profil fig. 90.

Fig. 90. Profil N. om Vauldalen. Skala 1 : 50,000.



ö ögongneis; *g* gneisiga bergarter, temligen fina; *l* lerskiffer, stundom med mörkt streck, starkt pressad; *k* skiffrig blåkvarts; *l'* lerskiffer, jemnskiffrig i stort, men ytterst krusad i smått; *k'* ljus kvartsitskiffer; *t* — *t* öfverskjutningsplan.

På norska sidan fortfar ögongneisen att bilda skollans kant ännu ett par tiotal kilometer under dess fortstrykning mot SV. Vester om Feragen hvilar ögongneisen på Katrinehögdas vackra sparagmitskiffer och öfverlagras omedelbart af Gammelhögdas serpentin, som vältat sig öfver den. När man här står på ögongneisen framför den kullriga och af sprickor genomskurna serpentinmassan kan man knappt undgå att likna den vid brämet af en framskjutande glacier.

I de SV. om Feragsfjällen belägna småfjällen, Herjenshögda och Gråhögda, är hufvudbergarten en gröngrå, temligen hård och delvis mycket vresig skiffer med kvarts-

[1] Samma bergarter förekomma äfven, enligt HÖRBYE (N. M. Bd 11, s. 83), något nordligare, nemligen vid Hyddsjöns norra strand V. under Ljusnestöten. Här öfverlagras de emellertid ej af gneisen, utan af glimmerskifferartad sparagmitskiffer, som sedan betäckes af Ljusnestötens mäktiga hornblendeskifferbildning. De gneisiga bergarterna försvinna nemligen helt plötsligt SO. om Hyddkroken under den nämnda sparagmitskiffern, ett exempel bland många andra på oregelbundenheterna i skollans bottenbildningar.

körtlar. Under den framsticker något Ö. om Stormyrfjeldet ett litet parti af en sträckt och vresig ögongneis. Dessa bergarter tillhöra otvifvelaktigt den öfverskjutna skollan. Under den komma i Stormyrfjeld kvartsitiska skiffrar omvexlande med fyllitiska lager.

Från Hådalen mot SV. till Glommendalen är skollans gräns tydligt markerad genom den skarpa kontrasten mellan underlagets ljusa sparagmit och skollans kristalliniska skiffrar. Äfven här framsticka pressade graniter och gneiser på ett par ställen i skollans kant, nemligen vid Galåen V. om Narbuvold och kring Bryedalen. De hafva dock icke ögongneisens habitus, utan äro medelgrofva till småkorniga. [1] I Tyldalen är sjelfva kontakten mellan skollan och dess underlag blottad öfverst i östra dalsidan. Mellan det senares ljusa sparagmitskiffer och en grönaktig gneisskiffer med förstördt utseende, hvilken här bildar skollans nedersta del, finnes en fin, tegelröd, mycket sprickig och smulig massa — bergart kan man ej egentligen kalla den, den är en friktionsprodukt, en art gnuggsten.

Vid Glommendalen är skollans gräns likaledes mycket bestämd, i det att underlagets rödletta sparagmit skarpt kontrasterar med den glimmerskifferartade bergart, som här bildar skollans kant, såsom tydligt kan ses i södra foten af det midt emot Lilleelvedalen belägna berget. Nämnda glimmerskifferartade bergart skulle kunna betecknas såsom en grof och temligen hård, gneisig, kloritförande glimmerskiffer, rik på epidot. Den liknar således de glimmerskiffrar, som pläga uppkomma genom metamorfos af sparagmit. Något nordligare i dalen, nedanför Fåstenen och Ö. derom, uppsticker under en liknande glimmerskiffer en medelgrof, rödlett, något flasrig granit. Den sträcker sig möjligen i S. ända till Sevelenåen, der glimmerskiffer och hornblendeskiffer ses liksom sammanrörda med en småkornig granit.

Något V. om Glommendalen, S. om Foldalen, uppträder åter typisk ögongneis i skollans kant. Den bildar en helt smal, men såsom det synes ganska kontinuerlig strimma, som i SV. sammanhänger med Jettafjelds ögongneis, hvilken ej är öfverskjuten. Och härmed hafva vi kommit till slutet af den stora öfverskjutningens hufvudskolla, hvilken kring Gudbrandsdalen blifvit bortdenuderad ända till roten.

Sydligare, kring Jotunfjällen, äro förhållandena mera orediga. Öster och söder om nämnde fjäll förekomma, såsom vi förut hafva sett, flera isolerade småskollor, som visa, att äfven här ett stort öfverskjutet parti funnits, men detta är nu så sönderstyckadt och bortdenuderadt, att endast den inversion, med hvilken i allmänhet öfverskjutningen synes börja, kan på ett och annat ställe märkas. Så t. ex. S. under Hedalsmuen och N. om Vangsmjösen. Se profil 91. Jotunfjällens stora gabbrofält torde redan långt före öfverskjutningsperiodens inträdande hafva bildat höga bergmassor, kring och mellan hvilka de algonkiska och siluriska aflagringarne sedan afsattes, och mot hvilka dessa blefvo uppressade och inklämda, när den postsiluriska veckningen, hvilken kulminerade i öfverskjutningen, sedan inträdde. Men just det höga läge, som öfverskjutningsskollan vid sin rotlinie redan från början hade vid Jotunfjällen, torde vara en af orsakerna, hvarför den der blifvit så starkt denuderad.

De granit- och porfyrmassor, hvilka förekomma Ö. om hufvudskollans nordligaste del på sträckningen från Græssåmo i N. ned mot Torrön, ligga egentligen i ett stort

[1] Öster om Bryedalen förekommer dock en art ögongneis, ehuru ej så grof som den vanliga.

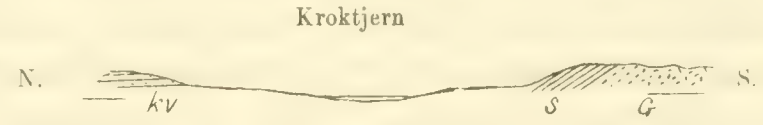
genombrott, som här sträcker sig öfver hela bredden af det öfverskjutna partiet. Detta visar sig nemligen åter längre mot Ö., i Finlierne, hvarifrån det sedan fortsätter öfver på svenska sidan. Äfven här består den öfverskjutna skollans hufvudmassa öfvervägande af Åreskiffrar. Dessa hvila emellertid i allmänhet på urberg, porfyr eller granit, och lagerföljden är således intet bevis för befintligheten af en öfverskjutning, om man ej tager i betraktande, att på de ställen, der silur finnes i dessa trakter, såsom kring Kingsjön och

Fig. 91. Profil N. om östra ändan af Vangsmjösen.

G gneisiga bergarter; *kv* ljus sparagmitskiffer och kvartsitskiffer; *l'* hård, kvartsig lerskiffer; *l* lerskiffer; *b* skiffrig blåkvarts; *h* hornblendeskiffer.

vid Tjalbäcken, hvilar den omedelbart på porfyr utan några mellanliggande Åreskiffrar. Detta visar nemligen, att traktens Åreskiffrar icke kunna ligga i normalt läge, utan måste hafva kommit på sin nuvarande plats genom öfverskjutning, en slutsats, som ock bekräftas af de starka pressfenomen, hvilka blifvit iakttagna flerstädes i deras understa lager. Vid Jule, N. vid sjön Ulen, finnes t. ex. en kalkig, glimmerskifferartad bergart, som har utseende af att vara en i hög grad pressad kalksandsten; vid Skraptjernbækken, V. om nämnde sjö, förekommer en mycket starkt pressad glimmerskiffer och S. om den en skiffrig amfibolitisk bergart med epidotklumpar, hvilken bergart möjligen varit en diorit, men som nu är så starkt utvalsad, att dess ursprungliga habitus är fullkomligt förstörd. Utefter landsvägen N. om Lenglingen hafva bergarterna likaledes ett i hög grad pressadt utseende,[1] och så är äfven fallet flerstädes Ö. om riksgränsen, såsom N. vid Valsjön och S. om Kroktjern. På sist nämnde ställe finnes vid skollans ytterkant kalksten och sandstensskiffer, som möjligen skulle kunna vara siluriska. Se nedanstående profil, fig. 92.

Fig. 92. Profil öfver Kroktjern N. om Hotagen.



kv kvartsitskiffer, ljus, något glimmerskifferartad, liknar högfjällskvartsit; *s* mörk sandstensskiffer och hård, mörk kalkstensskiffer (silur?); *G* granit, medelgrof, mot hängandet öfvergående i gneisskiffer.

Den stora öfverskjutningens inre gräns. Det kan måhända synas vågsamt att ens vilja försöka en bestämning af en öfverskjutnings inre gräns, enär denna på grund af öfverskjutningarnes natur i regeln måste vara dold i bergens innandömen. I förevarande fall kan dock den inre gränsen af det öfverskjutna partiet temligen noga bestämmas i följd deraf, att en djuptgående denudation flerstädes genombrutit detsamma och blottat dess underlag.

[1] Här förekomma emellertid block af grof, stundom konglomeratisk sparagmit, dels ej märkbart, dels något förskiffrad, hvarför sådan antagligen torde finnas anstående i trakten och i så fall troligen hvilande direkt på den här i skollans underlag befintliga porfyren.

En inre gränspunkt för den öfverskjutna skollan finna vi genast, om vi uppsöka det i förra afdelningen omtalade ställe NO. om Jettafjeld, der hufvudskollan slutar, ty der har denna, såsom nämndes, blifvit denuderad ända in till rotlinien. Söder om Foldalen är skollans kant ännu tydlig. Den markeras der, såsom vi hafva sett, af en smal strimma af ögongneis, hvilken med temligen flackt nordligt fall ligger abnormt ofvanpå den i S. angränsande ljusa sparagmiten. När ögongneisen sedan under sin fortstrykning mot SV. kommer ned i Gudbrandsdalen, undergår den der, i följd af Ottadalens tvärveck, en skarp omböjning mot SO. I denna omböjnings konkavitet (NV. om Formokampen) ligger ett temligen starkt metamorfoseradt konglomerat med stupning in under ögongneisen och ett liknande ligger på ögongneisen på omböjningens konvexa sida. [1] Här bildar ögongneisen således en skarp mot SO. öfverstjelpt sadel, men den är ej i egentlig mening öfverskjuten. Strax NO. härom sväller den emellertid ut mot Ö. och lägger sig likt en kaka flackt ofvanpå sparagmiten. Här börjar öfverskjutningen. Det kan ej invändas, att ögongneisen möjligen kan vara en yngre eruptiv, som här trängt sig upp igenom och vältat sig öfver sparagmiten, ty ögongneisen bildar blott så att säga skalet af det uppressade vecket, hvilket för öfrigt består af andra gneiser jemte inlagringar af sockergrynig hvit kvartsit, hvit, kristallinisk kalksten, m. m. [2]

Den mot SO. öfver Formokampen strykande grenen af ögongneisen stiger i form af en skarp rygg upp ur sparagmiten, en rygg, hvilken SO. om Formokampen söker att återtaga den ursprungliga riktningen, slingrande sig i upprepade bugtningar tvärt in uti Ottadalens tvärveck. Här är ögongneisens läge i förhållande till sparagmiten jemförelsevis normalt. De flera förut omnämnda småpartier af ögongneis jemte andra gneiser, som något längre i SO. likt öar uppsticka ur de yngre aflagringarne, såsom i Lövåsen, i Gravdalsfjeld, Veslefjeld och Svartfjeld, visa ock, att ögongneisen ingår i dessas normala underlag i denna trakt. Den öfverskjutna skollan är här nästan fullständigt bortdenuderad. En liten rest af densamma återfinnes dock i toppen af det lilla fjället Gneidern, NNV. om Kvam, hvilken består af ögongneis hvilande på fyllitiska skiffrar. Denna rest bildar liksom en mellanlänk mellan hufvudskollan och de förut omnämnda öfverskjutna partierna i Fæforkampen, Valsfjeld m. fl.

En annan trakt, som är vigtig för bestämmandet af öfverskjutningens inre gräns, är den S. om Storlien. Vester om detta ställe består berggrunden af hornblendeskiffer och glimmerskiffer tillhörande Sevegruppen. De ligga i en sadelformig böjning, hvars rygglinie faller svagt mot NNO. I riktning mot det i SV. belägna fjället St. Glucken kommer man derför efter hand ned på allt lägre liggande lager. Under de nämnda skiffrarne träffar man här först några temligen fina, gneisiga bergarter, hvilka — såsom den mikroskopiska undersökningen gifver vid handen — åtminstone delvis äro pressade porfyrer. De hvila på en blåaktig kvartsitskiffer, ofta mycket tunnskifvig och innehållande fyllitiska inlagringar, stundom grafitförande. [3] Dessa bergarter likna mycket dem, hvilka

[1] Jfr sid. 60.

[2] Dessa bergarter hafva dock ej kunnat i kartans lilla skala utskiljas, utan har allt urberg på detta ställe inneslutits under ögongneisens beteckning. Så har ock skett i de något längre i SO. belägna små urbergspartierna.

[3] Enligt en observation af O. SCHIÖTZ, anförd af KJERULF i »Merakerprofilet» s. 102, återfinnes samma följd i skåret i Teveldalen, V. om Storlien. »O. SCHIÖTZ har iagttaget i dette trange fjeldskår, som har höie

mellan Anjan och Kallsjön förekomma såsom inklämda partier i porfyr och i nära anslutning till säkra silurlager, och om de, såsom sannolikt synes, kunna paralleliseras med dessa, då äro de betydligt yngre än de öfverliggande Åreskiffrarne. Men i alla händelser visar den pressade porfyren under dessa, att lagringsförhållandena icke äro normala, de äro tvärtom alldeles analoga med dem, som mångenstädes förefinnas vid den öfverskjutna skollans ytterkant. Vi befinna oss ock i sjelfva verket här vid norra ändan af Skarsfjällens stora genombrott, med hvars något N. om Ruten belägra södra ända vi förut

Fig. 93. Profil från St. Glucken till Storlien.

kv ljus kvartsit; *gl* glimmerskiffer ; *ks* kvartsitskiffer, ofta blåaktig och med fyllitiska inlagringar; *P* förskiffrad porfyr; *h* hornblendeskiffer m. m.; *t* — *t* öfverskjutningsplan.

gjort bekantskap, och genom hvilket Skarsfjällens porfyr och granit, Gluckens kvartsit m. m. af skollans underlag framsticker. Skollan måste således sträcka sig ända förbi Storlien, men mycket vestligare kan dess inre gräns ej gerna ligga, emedan det inom hela skollan, och äfven i trakten kring Storlien, rådande flacka skiktläget något vester om riksgränsen aflöses af en mot V. allt brantare vestlig stupning, som kring Trondhjemsfältets östra kärnlinie öfvergår till stående.

Ett tredje ställe, der skollans inre gräns äfvenledes kan någorlunda bestämmas, är det förut omnämnda vid Græssåmo Ö. om Snåsen. På grund af redan förut anförda förhållanden kan det ej betviflas, att den stora öfverskjutningen sträcker sig ända hit in, men nämnvärdt längre kan den ej antagas gå, enär sagda ställe ligger rakt i riktning af Trondhjemsfältets östra kärnlinie, utefter hvilken den djupaste depressionen egt rum. Att man vid Græssåmo är nära öfverskjutningens inre gräns, antydes äfven af den redan förut påpekade likheten mellan skollans och underlagets bergarter, som här förefinnes.

Sammanbinder man de tre punkter, der vi nu kunnat, åtminstone närmevis, bestämma öfverskjutningens inre gräns, då få vi en linie, som ungefärligen följer Trondhjemsfältets östra kärnlinie, och hvilken torde gifva en någorlunda riktig föreställning om läget af öfverskjutningens rotlinie.

Det öfverskjutna partiets bredd och mäktighet.

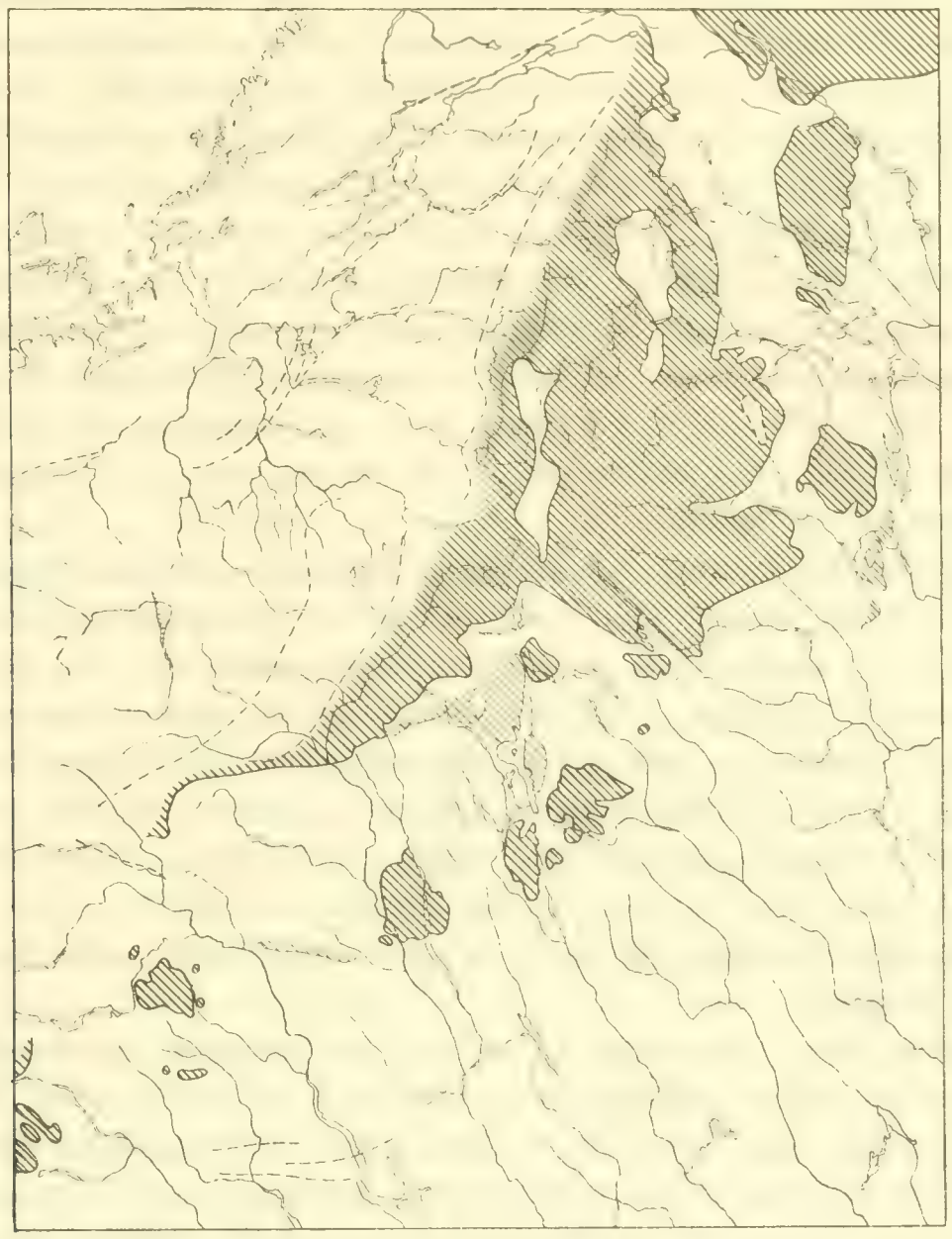
Bredd. När nu det öfverskjutna partiets icke blott yttre utan äfven inre gräns kunnat närmevis bestämmas, är det lätt att få en öfverblick öfver dess storlek (se vidstående kartskiss) och att uppskatta dess bredd. Från Fudaskollans ytterkant och till närmaste punkt på hufvudskollans antagliga rotlinie är afståndet omkring 130 km. [1] På

vægge især i den norske del af profilet, underst ved Tevla kridhvid kvartsskifer med enkelte lag af en mörk grå glimmerskiffer, derover gneislignende lag og grå glimmerskifer.»

[1] Redan innan bestämmandet af öfverskjutningens bredd kunde ske med så pass säkerhet, som nu är fallet, uttalade jag den åsigten, att den »torde knappast kunna uppskattas till mindre än 100 km.» (Grunddragen af

andra ställen kommer man till något mindre mått, men knappt någonstädes till mindre än 70 à 80 km. En sådan bredd på en öfverskjutning må väl kallas kolossal, och denna bredd tillhör *en enda* skolla. Detta skulle vara mindre klart, om ej skollan vore sönderskuren och genombruten som den är, men nu kan man konstatera, att underlaget hela vägen bildar ett geologiskt komplex för sig, under det att skollan bildar ett annat och

Fig. 94. Kartskiss utvisande de vigtigaste öfverskjutna områdena. Skala 1 : 3,200,000.



Starkare streckning utmärker partier tillhörande den stora öfverskjutningen; svagare streckning utmärker partier tillhörande öfverskjutningar af andra ordningen. De vigtigaste synklinalerna äro angifna genom afbrutna linier.

med det förra ganska olikartadt. Detta visas tydligt af förhållandena i trakten mellan Östersund och riksgränsen, hvilka vi derför nu vilja i korthet rekapitulera.

Sveriges Geologi, 2:a uppl. sid. 71). HÖGBOM, som i princip antager öfverskjutningen, gör intet försök att närmare bestämma dess storlek, men att han anser den kolossal framgår af följande hans yttrande: »och dock kunna måtten på dessa» (öfverskjutningarne i skotska högländerna) »uttryckas genom tal, som blott utgöra små bråkdelar af måtten på de jemtländska; i ena fallet några eller halftannat tiotal kilometer, i andra fallet kanske lika många mil.» (Geol. beskrifning öfver Jemtlands län, sid. 65).

De östligaste öfverskjutna partierna, nemligen Ansättens och Landverks skollor i N. och Fudaskollan i S., ligga helt och hållet eller delvis på silur. Denna fortsätter mot V. i oafbrutet sammanhang till foten af Åreskutans öfverskjutna parti, under hvilket den dyker ned för att på dess motsatta, vestra, sida åter komma i dagen i Mullfjällets genombrott, der äfven dess underlag, den till urberget hörande porfyren, uppsticker, och der således mellan denna och siluren Åreskiffrar borde finnas om sådana öfverhufvud tillhörde denna trakts *normala* bildningar. Men de hafva ej der återfunnits.[1] Vester om Mullfjällets genombrott äro inga silurlager synliga af fullt likartad beskaffenhet med dem i Storsjöbäckenet, men S. om Storlien, i nordligaste delen af Skarsfjällens stora genombrott, visa sig — såsom förut blifvit omtaladt — blåaktig kvartsitsskiffer och fyllit, hvilka hafva sina närmaste analogier i siluraflagringarne inom nordliga delen af Mullfjällets genombrott. Det finnes således hela vägen en påtaglig kontinuitet i de bildningar, som utgöra den öfverskjutna skollans underlag, och dessa äro helt andra än de, som ingå i sjelfva skollan, hvilka åter utgöra en kontinuerlig grupp för sig. Underlaget består öfvervägande af silur, skollan deremot öfvervägande af Sevegruppens bergarter, och det finnes ingen möjlighet att tänka sig dessa senare komna upp ur underlaget på något ställe mellan Ansättens skolla och Storlien, det vill med andra ord säga, att för de öfverskjutna partierna i Ansättens skolla, i Fudaskollan, i Åreskutan o. s. v. kan ingen rotlinie finnas förrän V. om Skarsfjällens genombrott.

Vi hafva således intet annat val än att antaga den nämnda stora bredden på öfverskjutningen. Stor såsom den är står den dock i ett icke orimligt förhållande till öfverskjutningens längd, ty denna kan antagligen sättas lika med den skandinaviska bergskedjans, d. v. s. omkr. 1800 km. En öfverskjutning af sådana dimensioner har emellertid icke något kändt motstycke, och jag skulle derför ej heller vågat antaga den, om jag ej blifvit dertill tvingad af förhållandena i naturen. Men för dem måste man böja sig, äfven om de efter våra nuvarande teorier synas oförklarliga. Fakta först, teorier sedan. Endast genom att obetingadt antaga de fakta naturen bjuder oss hafva vi någon utsigt att kunna utveckla och fullkomna de ännu mycket bristfälliga teorierna i fråga om bergskedjebildningens mekanik.

Ett förhållande, som visserligen ej gifver lika bestämda minimimått på öfverskjutningens storlek, som de redan anförda, men som dock på ett särdeles påtagligt sätt visar, att den måste vara mycket betydlig, är den skarpa petrografiska olikhet, som i regeln förefinnes mellan bergarterna i de öfverskjutna partierna och i dessas underlag, och de stora afstånd, som nu skilja bergarterna i de förra från de ställen, der samma bergarter

[1] HÖGBOM uppgifver, sid. 63, att Åreskiffrar skola förekomma mellan kambrosiluren och porfyren »NV. om Kjoland, på nordöstra sidan om Mullfjället.» Enligt hvad HÖGBOM benäget meddelat mig grundar sig denna uppgift derpå, att A. HAMRERG på nämnda ställe funnit en ljus, gneisig glimmerskiffer anstående. Strax S. om den träffade han lerskiffer. HAMBERG, som gjorde dessa observationer under en i mineralogiskt syfte företagen tur till en här belägen fyndort för bergkristaller, undersökte ej den nämnda bergartens förekomstsätt, och observerade hvarken kvartsit eller porfyr i närheten. Dessa omständigheter, hvilka Hr H. sjelf haft den vänligheten att delgifva mig, synas mig visa, att den nämnda Åreskiffern ej heller här förekommer på normal plats, ty då måste den hafva legat mellan kvartsiten och porfyren. Sannolikt är den en liten resterande skolla af det öfverskjutna partiet. Sjelf har jag vid tvenne olika tillfällen gått fram i närheten utan att se den i fråga varande bergarten, och ej heller observerades den af Hr C. NORDQVIST, som år 1894 uppehöll sig flera dagar i trakten i och för geologiska undersökningar, hvilkas resultat han välvilligt ställt till mitt förfogande. Åreskiffrarne kunna derför ej hafva någon större utbredning på nämnda ställe.

förekomma under normala förhållanden. Så t. ex. i trakten kring Bryedalen och Hodalen, SO. om Tolgen. Utanför öfverskjutningen består berggrunden här af en ljus, rödlett något förskiffrad sparagmit, men med detsamma man öfverskridit öfverskjutningens gräns möta kristalliniska bergarter, nemligen pressade graniter och gneiser samt Åreskiffrar. På dessa komma sedan Trondhjemsskiffrarne. Enär nu — såsom vi veta — Åreskiffrarne äro Sevegruppens vestliga facies, sparagmitformationen dess östliga, så måste i nämnda trakt de förra hafva förflyttats ett godt stycke mot Ö. för att komma i direkt beröring med den senare.

En jemförelse mellan de ställen, der ögongneisen förekommer i normalt läge och dem, der den uppträder i öfverskjutna partier, förer till ett liknande resultat. Ögongneisen bildar, såsom vi hafva sett, hufvudskollans kant inom Herjedalen och spelar äfven en väsentlig rol i de sydligare belägna Frönbergens- och Koppang-skollorna, men i normalt läge förekommer den ej förr än långt vestligare, nemligen på några ställen N. om öfre Gudbrandsdalen samt vester om södra delen af Trondhjelmsfältet. Och att ögongneisen icke ingår i urberget under sparagmiten i de nämnda skollornas underlag, det visas deraf, att detta urberg på de flerfaldiga ställen der det sticker upp, ingenstädes består af ögongneis, utan ständigt af granit eller porfyr. Endast en mycket stor öfverskjutning kan således förklara, huru ögongneisen i skollorna kan uppträda så långt från sin normala förekomstort, som den nu faktiskt gör. I samband härmed kan det förtjena framhållas, att ögongneis finnes i de öfverskjutna partierna endast Ö. och SO. om de trakter, der den förekommer på normal plats.

I det föregående har redan påpekats, att Rörosskiffrarnes närvaro i Ansättens skolla är ett godt bevis för, att denna måste hafva förflyttats en betydlig sträcka, äfvensom att samma slutsats kan dragas af Åreskiffrarne i Finliernes öfverskjutna parti. Hvarthän vi än vända oss inom öfverskjutningens område finna vi således dylika förhållanden, som visa, att bergmassor förflyttats långa sträckor från sina ursprungliga klyftorter.

Mäktighet. I förhållande till sin utsträckning har det öfverskjutna partiet en mycket ringa mäktighet. Enligt ungefärlig uppskattning kan skollans tjocklek i Åreskutan antagas vara 1200 à 1500 m., likaså i Helagsfjället, och i betraktande af öfverskjutningsplanets i det stora hela horisontala läge synes det sannolikt, att tjockleken ej kan vara nämnvärdt större på andra ställen. Skollans nuvarande mäktighet uppgår således blott till omkring $^1/_{90}$ à $^1/_{80}$ af dess bredd, men den nuvarande mäktigheten är säkerligen högst betydligt mindre än den ursprungliga. Vi hafva i det föregående sett, att skollan på stora sträckningar blifvit helt och hållet bortdenuderad, och då måste äfven dess ännu kvarvarande mäktigaste delar hafva blifvit i motsvarande grad angripna. Det kan derföre antagas såsom säkert, att skollans ursprungliga mäktighet varit betydligt större än den närvarande, men dess mått hafva vi intet medel att ens närmevis bestämma.

Om den öfverskjutna skollans konstruktion.

Berggrundens inom de i fråga varande områdena i allmänhet mycket jordtäckta beskaffenhet tillåter i regeln ej att studera detaljerna af den öfverskjutna skollans konstruktion. Jag har för öfrigt under arbetet med att upprätta öfversigtskartan öfver det i fråga varande stora området ej kunnat egna någon tid åt detaljundersökningar i egentlig mening. Rörande skollans konstruktion kan jag derför här blott anföra några fakta, hvilka så att säga sjelfmant framställt sig.

Ett förhållande, som visserligen framgår af det redan rörande de öfverskjutna partiernas beskaffenhet på olika ställen anförda, men som dock kan förtjena särskildt framhållas, är, att lagerföljden inom sagda partier i regeln är normal, ej inverterad. När urbergsbergarter hafva deltagit i öfverskjutningen — och så är, såsom vi hafva sett, mycket ofta fallet — ligga de mestadels i skollans botten, hvilken i allmänhet kan sägas bestå af urberg eller af Sevegruppens äldre bergarter. Upprepningar af lagerföljden inom det öfverskjutna partiet förekomma visserligen, såsom t. ex. det förut omnämnda fallet i Koppangskollan, till hvilket möjligen ett par andra mera tvifvelaktiga fall skulle kunna läggas, men synas i det hela vara sällsynta. Dock må härvid ihogkommas, att det på grund af bergarternas enformighet svårligen är möjligt att konstatera dylika upprepningar när urbergarter ej deltaga uti dem, och det är derför ej osannolikt, att de i sjelfva verket förekomma vida oftare än hvad för handen varande observationer synas angifva.

Från det ofvan nämnda allmänna förhållandet, att lagerföljden inom de öfverskjutna partierna ej är inverterad, finnas emellertid ett par anmärkningsvärda undantag. Under Espedalsskollans gneis ligger ett tunnt lager af högfjällskvartsit, och sådan finnes äfven (enligt KJERULF) mellan gneisgraniten och de underliggande silurskiffrarne i fjällen kring Helevand i Valders. Dessa ställen hafva det gemensamt, att de ligga jemförelsevis nära öfverskjutningens början. Man kunde då vänta, att äfven finna något dylikt vid öfverskjutningens början N. om Gudbrandsdalen. En viss antydan i sådan riktning finner man der ock, i det att några gneisiga bergarter, som normalt underlagra ögongneisen, der på en sträcka lägga sig öfver densamma. Möjligt kan ock vara, att en del af den Ö. om ögongneisen befintliga sparagmiten deltager i denna öfverstjelpning, men huru härmed förhåller sig är ej utrönt och torde för öfrigt på grund af sparagmitens enformighet knappast kunna utrönas. Sparagmitens ovanligt stora mäktighet i Ronderne (KJERULF uppskattar den till 4270 norska fot eller 1339 m., Uds. s. 123) gör det emellertid ganska sannolikt, att här någon dubbelvikning kan förefinnas.

En egenhet i skollans byggnad, som kan förtjena omnämnas, är att på vestra sidan af såväl Skarsfjällens som Mullfjällets genombrott, och äfven af det i sydlig fortsättning af det senare belägna Skårdalens genombrott [1], skollans undre del är starkt förtunnad, så att Åreskiffrarne der på sina ställen t. o. m. fullständigt saknas, under det att samma skiffrar strax Ö. om genombrotten hafva en betydande mäktighet. Möjligen kan detta bero derpå,

[1] Utom dessa genombrott i den stora öfverskjutningens hufvudskolla finnes antagligen ännu ett, nemligen N. om den vid Herjedalens nordligaste hörn belägna sjön Gleen. Enligt uppgift skall nemligen der förekomma gneis och blåkvarts, af hvilka åtminstone den senare svårligen kan tillhöra skollan. Jfr äfven HÖGBOM, l. c. s. 47.

att den vestra sidan af de i sagda genombrott uppstickande granit- och porfyrryggarne varit så att säga stötsida, den östra deremot läsida för öfverskjutningen.

Den mekaniska omformningen af bergarterna framträder alltid starkast i de öfverskjutna partiernas understa delar, men yttrar sig mycket olika på olika ställen, i det att bergarterna än äro liksom hoptofvade och sammanknådade, än åter starkt utvalsade. Detta torde väl äfven hafva sin orsak i underlagets ojemnheter och det på dessa beroende olika motstånd, som den framglidande bergmassan rönt på olika punkter. Samma förhållande torde vidare hafva inverkat på den mer eller mindre starka utbildning friktionsprodukterna vid öfverskjutningsplanet, »gnuggstenarne», erhållit.

En påfallande egendomlighet hos den stora öfverskjutningsskollan är dess rikedom på gångar af Ottfjällsdiabas, under det att sådana saknas i de angränsande ej öfverskjutna områdena. Dessa gångar uppträda gerna gruppvis, och de äro yngre än öfverskjutningsprocessen, eller åtminstone yngre än dennes hufvudperiod, ty de hafva ej blifvit förskiffrade i likhet med de bergarter de genomsätta.[1] Men om diabasgångarne äro yngre än öfverskjutningsprocessen, då måste de hafva uppträngt på de platser, der de nu finnas, och då är det svårt att förstå, hvarför de äro bundna vid de öfverskjutna partierna och icke uppträda i ej öfverskjutna bergarter, som uppsticka invid eller inom dessa, men — så vidt mig bekant — är ingen enda gång af *typisk* Ottfjällsdiabas i sådana observerad. Såsom förut blifvit nämndt är det emellertid sannolikt, att en diabas, som i trakten NV. om Olden uppträder såsom gångar inom ett ej öfverskjutet område, och hvilken har vissa mineralogiska likheter med Ottfjällsdiabasen, fastän dess makroskopiska habitus är något afvikande, bör hänföras till samma diabastyp som denne. I så fall skulle den olika makroskopiska utbildningen kunna antagas bero derpå, att gångarne i nämnda trakt genomsätta bergarter, som varit täckta af en numera bortdenuderad öfverskjuten skolla, och att de följaktligen stelnat på större djup.[2] Möjligen kunna då dylika gångar förekomma äfven i andra trakter, men hittills hafva några sådana ej observerats.

Nu omnämnde fakta rörande de öfverskjutna partiernas konstruktion hafva synts mig förtjenta af att särskildt framhållas. De kunna dock ej gifva annat än en mycket bristfällig bild af skollans inre byggnad och äro otillräckliga såsom grundlag för en hypotes rörande förloppet vid öfverskjutningens uppkomst. Någon sådan vågar jag derför ej framställa. Detta arbetes hufvuduppgift är att framlägga de fakta, som tala för *att* stora öfverskjutningar verkligen finnas. Frågan om *huru* de kommit till stånd måste öfverlemnas åt kommande undersökningar.

Mindre öfverskjutningar.

Man kan på förhand vänta, att en så stor öfverskjutning som den ofvan beskrifna ej uppträder ensam, utan åtföljes af andra, mindre. Så visar sig äfven vara fallet, och

[1] Enär hela öfverskjutningen är postsilurisk, måste följaktligen Ottfjällsdiabasens frambrott hafva egt rum i en postsilurisk tid.

[2] Anmärkas må, att i närheten af Ede, Ö. vid Torrön, finnas några starkt förskiffrade och omvandlade gångar, hvilka möjligen tillhöra samma gångsystem.

tilläte förhållandena att studera våra fjälls tektonik lika detaljeradt, som det kan ske med tektoniken på Skotlands vestkust, då skulle antagligen den förra befinnas vara icke mindre invecklad än den senare. Men jordtäckt och petrografiskt enformig som fjällgrunden i våra trakter mestadels är, kunna öfverskjutningarnes detaljer icke följas, och en hel del mindre öfverskjutningar undgår fullständigt uppmärksamheten. På flera ställen har det dock kunnat märkas, att mindre öfverskjutningar, eller öfverskjutningar af andra ordningen, förefinnas. Med ett eller par undantag hafva dessa dock icke blifvit närmare undersökta, och jag kan derför här blott egna dem ett kort omnämnande. En del af dessa andra ordningens öfverskjutningar befinna sig i den stora öfverskjutningens liggande, andra i dess hängande.

Mindre öfverskjutningar i den stora öfverskjutningens liggande.

Utom i de förut beskrifna utliggare, hvilka likt en förpostkedja äro placerade framför den stora öfverskjutningens hufvudskolla, finnas der äfven andra partier af starkt pressade bergarter, hvilka dels med säkerhet, dels sannolikt intaga ett abnormt läge. Dessa partier skilja sig från de nämnda uteliggarne derigenom, att de ej liksom dessa äro bestämdt begränsade rundt om, utan blott på framsidan, d. v. s. mot Ö. eller SO., men sakna gräns på den motsatta sidan eller baksidan.

I hela kvartsitområdet SO. om Strömsvand, S. om Jotunheimen, har bergarten ett mycket pressadt utseende, och kvartsitbollarne i dervarande konglomerat äro starkt utvalsade och tillplattade. Der detta område gränsar mot siluren i S. tyckes denna i allmänhet stupa in emot de kvartsitiska och sparagmitiska bergarterna, som här således till utseendet ligga ofvanpå siluren, i förhållande till hvilken de äfven intaga ett topografiskt betydligt högre läge. I denna trakt är det nu visserligen — så vidt mig bekant — ej bevisadt, att sparagmitformationens bergarter någonstädes verkligen hvila på siluren, men stupningsförhållandena häntyda på, att så sannolikt är fallet, och de sparagmitiska bergarternas utseende angifver med bestämdhet, att de blifvit pressade mot SO.[1] Möjligt är, att sparagmitformationens bergarter redan i en försilurisk tid här bildade höjder, nedanför hvilka det siluriska sedimentet sedan afsattes, och att när i en följande tid bergskedjebildningen inträdde, sparagmitbergen i någon mån pressades ut öfver den redan förut lägre liggande siluren. Det kunde dock äfven tänkas, att hela sparagmitfältet SO. om Jotunheimen deltagit i den stora öfverskjutningen och utgjorde en rest af den stora öfverskjutningsskollan, inom hvilken lagerföljden då i denna trakt varit inverterad, liksom den är det längre i SV. Då jag emellertid ej har tillräcklig kännedom om den i fråga varande trakten för att bilda mig en bestämd åsigt i frågan, må den tills vidare lemnas oafgjord.

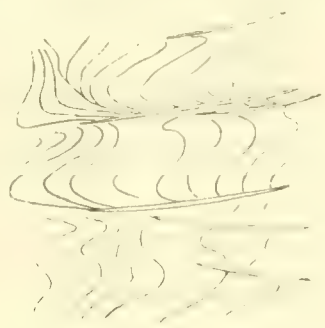
En annan trakt, der sparagmitformationens bergarter förete ett mycket utvalsadt utseende, är sträckningen mellan Venebygden och Kvien. Här — liksom öfverhufvud i

[1] KJERULF, som räknade dessa och andra kring Jotunfjällen förekommande sparagmitiska bergarter till sin Höifjeldskvartsit, angifver såsom dennes närmaste underlag »lurvet skifer», under hvilken sedan »glinsende skifer» kommer. (Uds. s. 166). Månne ej skiffern blifvit »lurvet» just derigenom, att de kvartsitiska bergarterna pressats öfver den?

kvartsitiska bergarter — yttrar sig den omformning, som bergarterna genom utvalsningen undergått, icke blott i en förskiffring, utan äfven i en art stänglighet, hvilken på skiktnings- (eller skiffrings-) ytorna gifver sig tillkänna genom en skarpt markerad reffling (sträckningsreffling), som upprepas lager efter lager genom hela bergmassan.

Det nu i fråga varande pressade sparagmitpartiet hvilar i regeln på sparagmitbergarter, hvilka — åtminstone delvis — äro äldre, och då är det naturligtvis svårt att afgöra, huruvida dess nuvarande läge är ursprungligt eller ej. Om emellertid, såsom på kartan är antaget, fylliten i höjden N. om Ringebo tillhör traktens stora siluriska fyllitbildning, och om vidare kalkstenen i Venebygden tillhör Birikalken, då måste åtminstone *någon* öfverskjutning här hafva egt rum. Inom hela sparagmitområdet i norr ända till Ronderne äro bergarterna för öfrigt mestadels starkt pressade. Söder om Ramshögden, NV. om Muen, finnes t. ex. ett grått kvartsitkonglomerat med starkt utvalsade bollar; Ö. vid Setningsjön äro de i stort sväfvande kvartsitlagren i smått ytterligt skrynklade i liggande veck, och S. vid Ilmandåens utlopp i Musvolåen finnes en liten bergvägg bestående af ljus, kvartsitisk sparagmit starkt skrynklad och genomdragen af horisontela kvartsådror, sådana

Fig. 95. Parti af en bergvägg vid Ilmandåens utlopp.



som äro så allmänna i starkt pressade kvartsitiska bergarter. Vid sydöstra foten af Storsölen förekomma i den der rådande rödaktiga sparagmitskiffern små lager af konglomerat med intill äggstora bollar af ljus, finkornig kvartsit. Dessa äro i regeln sträckta, stundom till den grad, att de mera likna valkar än bollar. Detta allt visar på det tydligaste, att bergmassorna i denna trakt varit utsatta för stark utvalsning, och den envisa flackt nordliga stupningen gör det sannolikt, att samma lager här förekomma upprepade gånger, fastän det i följd af den petrografiska enformigheten svårligen kan med bestämdhet påvisas att så är fallet.

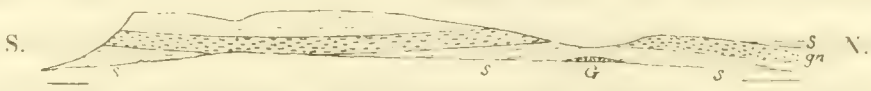
Längre mot Ö., vid Fæmunden, finnes ett annat område af starkt pressade och sträckta bergarter; här är ock påtagligen en öfverskjutning för handen. Den högsta och äfven intressantaste delen af detta område utgöres af den nära 20 km. V. om Fæmunden belägna **Sålekinnen.** Förhållandena i detta fjäll och dess närmaste omgifningar äro i korthet följande.[1]

Såsom profilen fig. 96 visar består Sålekinnen af sparagmitskiffer och en grönaktig, temligen grof, gneisig bergart. Denna senare, hvilken ser ut att vara en förskiffrad granit,

[1] Jfr. A. E. T. Några notiser om Saalekinnen.

bildar liksom en mäktig bank, hvilken med nästan horisontelt läge ligger inlagrad i sparagmitskiffern, som synbarligen blifvit mycket starkt pressad. I den NO. nedanför Sålekinnen belägna Nörendalen framsticka bergarter med ej pressadt utseende, nemligen granit, blåkvarts med kalkkörtlar, lerskiffer och hvit, sockergrynig kvartsit. Stora block af grått

Fig. 96. Profil öfver Sålekinnen.



s sparagmitskiffer; *G* granit; *gn* gneisiga bergarter.

konglomerat angifva, att sådant äfven förekommer och, att döma af blockens läge, antagligen närmast under sparagmitskiffern i Sålekinnens fot. I den V. om Sålekinnen belägna Översjödalen visa dels fasta hällar och dels block, att blåkvarts och grått konglomerat der uppträda närmast så väl under som öfver Sålekinnens gneis. Enär således blåkvarts och konglomerat synas förekomma så väl närmast på graniten i bottnen af Nörendalen, som mellan Sålekinnens gneis och dess så väl liggande som hängande sparagmitskiffer, så låter det ej gerna tänka sig, att gneisen skulle vara en normal inlagring i sparagmitskiffern. Ej heller kan gneisen antagas vara en injicierad bädd, utgången från den underliggande graniten, ty då skulle denna vara yngre än sparagmiten, något som bestämdt motsäges af de i traktens konglomerat stundom massvis förekommande granitbollarna. En annan omständighet, som ej heller låter väl förena sig med antagandet, att Sålekinnens gneis skulle vara injicierad, är att i dess fortsättning i den Ö. om Sålekinnen belägna Blåkletten ingå åtminstone tvenne ganska olika varieteter, en grönaktig, medelgrof, föga kvartsig och en något gröfre, rödaktig och mera kvartsrik.

Men om Sålekinnens gneis hvarken är en normal inlagring eller en injicierad bädd, då återstår intet annat än att antaga den vara ett uppressadt parti urgranit, och detta bestyrkes ock af den starka förskiffring, som genomgår Sålekinnens alla bergarter. Traktens *normala* lagerföljd skulle då — såsom jag i ofvan citerade uppsats angifvit — vara:

Ljus sparagmit;
Grå sparagmit och grått konglomerat;
Blåkvarts med lerskiffer och något kalksten;
Hvit eller gulhvit kvartsit;
Granit.

Den hvita kvartsiten och blåkvartsen kunna naturligen hänföras till den undre sparagmitafdelningen; den grå sparagmiten och konglomeratet utgöra då bottenbildningarne i den öfre sparagmitafdelningen, hvars hufvudmassa såsom vanligt består af ljus sparagmit.[1]

Öster om Nörendalen höjer sig ett litet fjäll, som består af starkt sträckt sparagmitskiffer, hvilande på en rödaktig, gneisig bergart. Här hafva vi påtagligen en fortsättning af Sålekinnens parti, och de icke pressade bergarterna i Nörendalens botten måste då antagas uppsticka i ett genombrott i detta. Det pressade partiet sträcker sig vidare ända ned till Fæmunden. Öster om denna finnes ett annat pressadt parti S. om Elgåen. Vid detta ställe anstår ljus, temligen grof sparagmit med

[1] Jfr. sid. 44.

normalt utseende, men omkr. 1 km. i S. höja sig några knotiga berg omgifna af väldiga blockmassor. I foten af dessa berg anstår en grönaktig, medelgrof och jemnkornig, starkt förskiffrad granit, hvars skiffrighet stupar flackt SV., således *från* sparagmiten vid Elgå. Högre upp blir graniten allt mindre förskiffrad, och i bergen N. om Volsjön kan den sägas vara nästan rent massformig. Den genomsättes här af gångar af mörk, småkornig olivindiabas, mycket frisk. På nämnde granit ligger i öfre delen af den närbelägna fjällstöten Volen sparagmitsandsten, underst något mörk, men sedan ljus. Den är ej nämnvärdt förskiffrad och dess kontakt med graniten har allt utseende af att vara normal.[1] Enär således förskiffringen här blir allt starkare nedåt, kan man misstänka, att de nämnde bergpartierna ligga *öfver* ett öfverskjutningsplan, och att således bergen kring Volsjön skulle tillhöra ett öfverskjutet parti. Detta bestyrkes äfven af en observation af Schiötz. Han fann nemligen något sydligare, i Stenvigstöten och Flåtesjövola, en breccia, i hvilken han uppgifver gabbro (diabas), granit och kvartssandsten, således just traktens bergarter, ingå såsom brottstycken.[2] Enligt Schiötz' beskrifning och en afbildning, som han lemnar, är denna breccia liksom sammanrörd med kvartsitsandstenen. Om nu, såsom ofvan är antaget, bergpartiet S. om Elgå är öfverskjutet, då skulle nämnda breccia ligga just i öfverskjutningens framkant och kunna tolkas såsom en friktionsbreccia.[3]

På sidorna af Sålekinnens parti, d. v. s. i V. till Spekefjeld Ö. om Bryedalen och i NO. till foten af Vigelen, fortfara bergarterna att vara starkt pressade. Graniten i S. nedanför Speke fjeld är ytterst starkt förskiffrad, och sparagmiten i Flenskampene och kring Fæmunds Hytte är likaledes starkt sträckt med sträckningsrefflor i NV-SO:lig riktning. Äfven bollarne i de små konglomeratlager, som här förekomma, synnerligast ned emot Fæmunden, äro sträckta, fastän de mestadels bestå af finkornig kvartsit, dels hvit, dels rödaktig.

Såsom exempel på en pressad sparagmits utseende under mikroskopet må omstående fig. 97 tjena. Anmärkas må emellertid, att det afbildade profvet ej är *höggradigt* pressadt. När så är fallet äro alla kvartskornen söndersmulade, bildande liksom en fingrynig matrix, i hvilken enstaka större fältspatkorn ligga inbäddade. Press-strukturen blir då under mikroskopet vida mindre framträdande.

Vid Ljösnåen, Ö. om Feragen, finnes nedanför Bengtvold grå sparagmit och blåkvarts med alunskifferartade lager. Skiktställningen är sväfvande, i det stora hela dock flackt fallande mot N. Längre nedåt efter ån, men enligt stupningen öfverliggande, följer först en ljus sparagmitskiffer och sedan en mörkare skiffrig bergart, som till en början har utseende af en grof, småbucklig fyllit, men nedåt blir något gröfre och då består af tunna, ljusa, smågryniga, linsformade strimmor åtskilda af gråa, fyllitiska lameller. Mikroskopisk undersökning gaf vid handen, att bergarten antagligen är en tryckmetamorfoserad granit eller gneis. När nu en dylik bergart här ligger ofvanpå blåkvarts m. m., då måste

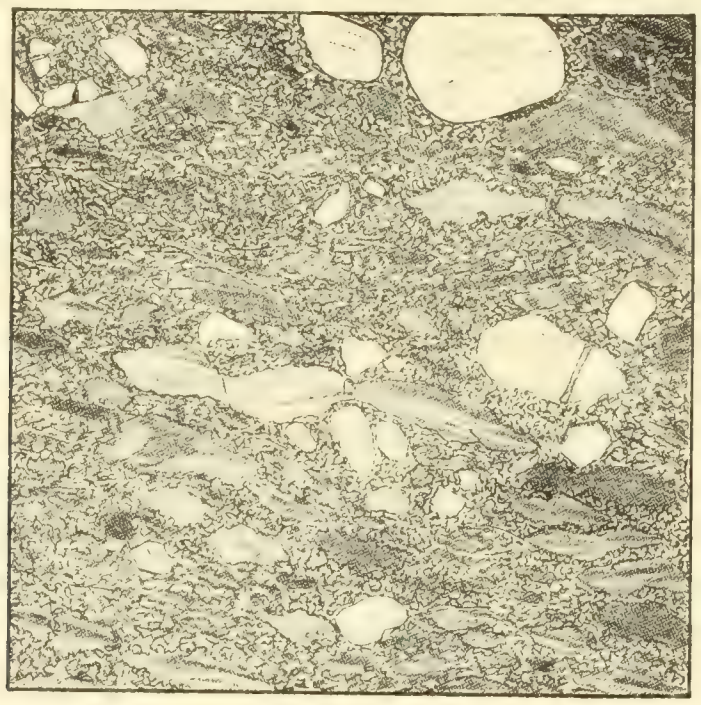
[1] Nere vid stranden finnes emellertid, något NO. om Kjernodden, mellan sparagmiten och den här öfverallt förskiffrade graniten några hällar af en mörk, tät, temligen hård och mera splittrig än skiffrig bergart. Möjligen är den en förstörd grönsten.

[2] N. M. Bd 20, s. 64.

[3] Enär bergarterna här synas vara i det hela vida mindre starkt utvalsade än de i Sålekinnen, hafva de å profil 4, tafl. 4 uppfattats såsom tillhörande ett annat öfverskjutet parti än dessa.

den hafva kommit på sin nuvarande plats genom öfverskjutning, hvilket ock bestyrkes deraf, att samtliga de omgifvande bergarterna äfvenledes hafva utseende af att hafva blifvit starkt pressade.

Fig. 97. Tvärsnitt af pressad sparagmit från östra foten af Flenskampen, V. om Fæmunden. 12 gr. förstorad.



Figuren är tecknad i polariseradt ljus, dock hafva fältspatkornen lemnats hvita för att de lättare skulle skiljas från de skuggade kvartskornen. Bland dessa är ett i figurens midt särskildt anmärkningsvärdt. Det är långt utdraget och på tvenne ställen liksom hopsnördt, på det ena stället tydligen i följd af inverkan af vidliggande fältspatkorn. Andra kvartskorn äro fullständigt sönderslitna och delvis söndersmulade. Fina sliror af små sericitfjäll smyga sig mellan de större kornen, men de äro ej väl synliga i teckningen.

Den bäst undersökta och mest omtvistade af alla abnorma öfverlagringar i våra fjälltrakter är **Vemdalskvartsitens** öfver siluren på sträckningen mellan Glöte i Herjedalen upp mot Storsjön i Jemtland. Vemdalskvartsiten bildar här fjällens förposter höjande sig temligen tvärt öfver det nedanför i Ö. liggande skoglandet, hvars berggrund öfvervägande består af porfyr eller granit. Men i gränsen mellan dessa bergarter å ena sidan och Vemdalskvartsiten å den andra finnas flerstädes små partier af siluriska lager, mestadels ortocerkalk med eller utan underliggande alunskiffer. Dessa silurbildningar ligga i regeln omedelbart på porfyren eller graniten och nedanför höjder af Vemdalskvartsit, in emot hvilka de oftast stupa. Huruvida de siluriska bergarterna verkligen underlagra Vemdalskvartsiten, eller om de blott uppträda i sidolagring till den, har varit mycket omtvistadt. Svenonius, som gjorde särdeles omsorgsfulla undersökningar i Glötetrakten för att utreda förhållandet, förfäktade åsigten om en blott sidolagring,[1] men vid betraktande af hans profiler kan man ej undgå att anse en verklig öfverlagring på vissa ställen åtminstone mycket sannolik. På ett ställe blef ock senare Vemdalskvartsitens öfverlagring öfver ortocerkalk fullt bevisad af Högbom, som genom gräfning i Finnsvedåsen blottade kon-

[1] Till frågan om förhållandet mellan Vemdalskvartsiten etc. etc.

Fig. 98. Kartskiss öfver trakten N. om Glöte, sammanställd efter af SVENONIUS, HÖGBOM och SCHIÖTZ publicerade kartor. Skala 1 : 50000.

S Svartåsen; *D* Dykersberget; *F* Finnsvedåsen; *N* Noliåsen; *E* Glöt-Eggen. Prickning utmärker *Vemdalskvartsit;* stegformade tecken *Ortocerkalk;* korta och tjocka streck *porfyr;* kors. *diabas.* Höjdmarkeringen är endast ungefärlig.

Fig. 99. Profil från Svartåsen öfver Dykersberget till Finnsvedåsen.

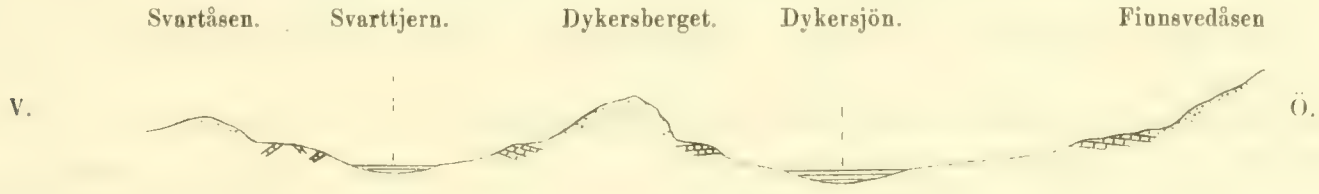
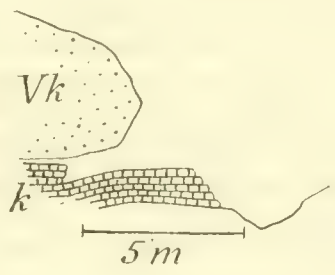


Fig. 100. Vemdalskvartsit (*Vk*) öfverlagrande ortocerkalk (*k*) i Finnsvedåsen (efter HÖGBOM).



takten och följde ortocerkalken ett par meter in under kvartsiten.[1] Se ofvanstående profil. HÖGBOM anser denna öfverlagring vara normal och betraktar följaktligen Vem-

[2] Kvartsit-sparagmitområdet, s. 146. I betraktande af ställets läge långt inne i en sänka mellan kvartsithöjder är det påtagligt, att kvartsiten måste öfverlagra kalkstenen vida mer än några få meter.

dalskvartsiten såsom yngre än ortocerkalken.[1] Enligt min åsigt är det med Vemdalskvartsitens förhållande till siluren liksom med mycket annat i fjällens geologi; man behöfver vid tolkningen söka hjelp af analogier från andra trakter. Den uppfattning, som jag till sist kommit till i förevarande fråga, är att Vemdalskvartsiten, såsom förut nämndt, tillhör understa delen af den öfre sparagmitafdelningen, af hvilken den antagligen är en strandfacies, och att dess östra kant redan i en försilurisk tid blifvit så denuderad, att den bildade branta berg, nedanför hvilka det siluriska sedimentet sedan afsattes. Under en följande tid, då de stora öfverskjutningarne inträffade, blef Vemdalskvartsiten pressad ut ett längre eller kortare stycke öfver de nedanför liggande silurlagren. Enligt denna uppfattning beror således Vemdalskvartsitens nuvarande förhållande till siluren på en kombination af ursprunglig sidolagring och sekundär öfverlagring. För sidolagring tala flera analogier. Vangsåsens kvartsitmassa N. om Hamar höjer sig med nordlig stupning omkr. 500 m. öfver den nedanför i S. liggande siluren, hvilken hvilar omedelbart på urberg.[2] Förhållandet mellan Vangsåsens kvartsit och siluren är således alldeles analogt med det mellan Vemdalskvartsiten och siluren. Men att Vangsåsens kvartsit är äldre än siluren, det bevisas af de små siluriska fläckar, som litet nordligare finnas liggande på den.[3] Vidare är det, såsom vi veta, Ö. om Glommen regel, att siluren ej ligger på de yngsta sparagmitlagren, utan antingen på äldre sådana eller på urberg. Sparagmitformationens bildningar hafva alltså här blifvit före silurtiden fullständigt eller delvis denuderade på de ställen der siluren nu finnes kvar, och det siluriska sedimentet afsatte sig i följd häraf ofta vid foten af sparagmitberg. Såsom förut nämndt var så sannolikt fallet bland andra ställen vid Högberget och Skjærbækken i Klarelfdalen. Antagandet att de silurlager, som nu ligga nedanför Vemdalskvartsit, ursprungligen varit sidolagrade med den, är således i full analogi med förhållandena på flera andra ställen, der siluren kommer i beröring med sparagmitformationens bergarter. Att på de ställen, der Vemdalskvartsiten nu ligger på silur, denna öfverlagring är abnorm, det visas dels deraf, att Vemdalskvartsiten ej har någon bestämd gräns mot sparagmiten i vester, och dels deraf, att dess nu-

[1] Se äfven hans senare arbete: Geol. beskr. öfver Jemtlands län.

[2] Se »Geol. Kart over det söndenfjeldske Norge».

[3] Dessa siluriska fläckar bevisa, att *kvartsiten* här ej kan hafva undergått någon mycket stor denudation ända sedan primordialtiden. Men då mångfaldiga bevis finnas derpå, att denudationen i dessa trakter varit högst betydande sedan denna tid, så måste den här vid Vangsåsen träffat lager, som betäckt och skyddat kvartsiten, och dessa hafva då först och främst varit de siluriska. I söder nedanför Vangsåsen finnes nu endast undersilur, men i närheten förekommer ej blott öfversilur utan äfven Brumunddalens antagligen devoniska sandsten, och dessa hafva efter all sannolikhet äfven en gång funnits söder om Vangsåsen. Huru stor mäktigheten af de der nu felande lagren kan hafva varit, låter sig för närvarande ej säkert bestämmas, men att den varit betydlig kan synas sannolikt deraf, att motsvarande lager i Kristianiatrakten äro minst 800 m. mäktiga. Då dertill kommer, att det ingalunda kan anses gifvet, att traktens nuvarande yngsta aflagring, Brumundsandstenen, äfven är den yngsta som någonsin der funnits, så är det ingen öfverdrift om man säger, att bergmassor af åtminstone några hundrade meters mäktighet antagligen en gång betäckt Vangsåsens kvartsit, men blifvit bortdenuderade, så att den yta kvartsiten en gång hade i en försilurisk tid åter kommit fram. I Vangsåsen skulle vi således, trots all denudation, och trots äfven veckningens inflytande, ännu kunna spåra något af en försilurisk topografi. Detsamma kan då ock vara fallet med Vemdalskvartsiten, och äfven på andra ställen kan skönjas, att försiluriska ytformer blifvit i någon mån bevarade, derigenom att de täckts af bergmassor, som sedan bortdenuderats. Så t. ex. voro Jemtlands porfyrområden antagligen höjdpartier redan under silurtiden. Senare blefvo de täckta af öfverskjutningsskollan, genom hvilken de nu, sedan denna blifvit starkt denuderad, sticka upp. På grund af silurens förekomstsätt i Råndalen anser HÖGBOM, att denna dal funnits redan före silurtiden. (Kvartsit-sparagmit-området, fig. 15.) Denna tids aflagringar fyllde antagligen dalen, men en senare denudation har åter utgräft den.

varande beskaffenhet tydligt angifver, att den varit med i öfverskjutningsprocessen. Detta medgifver äfven HÖGBOM. Han säger nemligen om Vemdalskvartsiten bland annat:[1] »Hithörande gulgrå, hvita och blåhvita kvartsiter eller kvartsitsandstenar äro ofta utmärkta genom en betydlig kaolin- eller fältspathalt, hvarigenom de delvis petrografiskt nära ansluta sig till vissa varieteter af de längre i vester anstående sparagmiterna. Konglomerat, nästan alltid bestående af små hvita kvartsbollar, förekomma allmänt ehuru endast såsom obetydliga inlagringar; likaså mångenstädes grofva lerskifferliknande bergarter, som utmärka sig genom sin ytterliga förklyftning och nästan konstant framträdande glidytor på de särskilda bitarne, hvilket jemte annat talar för dessa bildningars uppkomst ur kvartsiten efter förskjutningsplan vid geotektoniska rubbningar. I motsats till sparagmiterna längre i V. är Vemdalskvartsiten aldrig skiffrig.» HÖGBOM går således så långt, att han anser de grofva skifferlagren i Vemdalskvartsiten ej vara något ursprungligt, utan efter förskjutningsplan uppkomna friktionsbildningar. Då nu dylika skifferlager äro mycket allmänna i Vemdalskvartsiten, så förutsätter HÖGBOMS antagande mera genomgripande förskjutningar, än t. o. m. jag anser sannolika. Skiffrarnes beskaffenhet, sådan den visar sig under mikroskopet, gifver nemligen vid handen, att de ej äro annat än mörka, fina sparagmiter, som blifvit mer eller mindre starkt pressade. Enligt min åsigt äro skiffrarne ursprungliga inlagringar i kvartsiten, och när denna sedan under öfverskjutningsperioden utsattes för starkt sidotryck, utlöstes detta hufvudsakligen genom förskjutningar i skifferlagren, som egde vida mindre hållfasthet än de mellanliggande kompakta kvartsitmassorna, hvilka då jemförelsevis oförändrade gledo mellan de lösare skifferlagren. Endast i dessa senare kunde då mera framträdande pressfenomen uppkomma.

Såsom skäl hvarför Vemdalskvartsiten icke skulle kunna tillhöra sparagmitformationen framhåller HÖGBOM dess »genomgående petrografiska olikhet med sparagmitbildningarna, som särskildt visar sig vid jemförelse med begges konglomerater och deruti, att blåhvita kvartsiter äro rådande i den förra, deremot saknas i den senare. Frånvaron af Hedekalk, som är så utmärkande för angränsande delar af sparagmiterna, och af grönstenar, som likaledes sätta upp genom dessa, äro äfven olikheter, som tala mot en parallelisering». Sannt är, att Vemdalskvartsitens konglomerat i regeln äro *kvarts*-konglomerat då deremot i hvad jag anser vara motsvarande nivåer i sparagmitformationen konglomeraten äro *kvartsit*-konglomerat. Men denna olikhet kan väl förklaras genom de olika lokala förhållandena. Vemdalskvartsiten ligger för det mesta på eller i närheten af urberg. När detta varit utsatt för sekulär vittring blir det gröfsta materialet i vittringsgruset såsom bekant alltid kvarts, som, när gruset blir bearbetadt af vatten, gifver upphof till kvartskonglomerat.[2] Längre in i sparagmitområdet hvilar deremot den öfre sparagmitafdelningen ofta på den undre och är till en stor del bildad af dess detritus. Det är då en naturlig sak, att kvartsbollar skola vara mera förherrskande i Vemdalskvartsitens konglomerat, än i konglomerat på motsvarande nivåer längre in i sparagmitfältet.[3]

[1] l. c. s. 44.

[2] Om, såsom HÖGBOM antager, Vemdalskvartsitens öfverlagring öfver siluren vore normal, är det svårt att förstå hvarifrån materialet icke blott till kvartsbollarne, utan äfven till hela kvartsiten skulle hafva kommit, ty då hade under Vemdalskvartsitens aflagringsperiod urberget varit täckt af siluriska lager.

[3] Jfr. sid. 44, noten.

När Högbom säger, att blåhvita kvartsiter saknas i sparagmitbildningarne, så beror det blott på obekantskap med dessa i deras helhet, såsom af den i det föregående lemnade beskrifningen af sparagmitformationens bergarter torde nogsamt framgå. För öfrigt har man, såsom redan blifvit framhållet, ingalunda rättighet att utan vidare sammanföra Oviksfjällens blåkvarts med Vemdalskvartsiten, och följaktligen ej heller att på den senare öfverföra de slutsatser, som i fråga om den förra kunna dragas på grund af dennes nära samband med siluren. Hedekalkens (Birikalkens) frånvaro under Vemdalskvartsiten kan bero på den förres sporadiska uppträdande i allmänhet, hvilket till en del kan vara en följd af den denudation, som den äldre sparagmitafdelningen bevisligen undergått innan den öfre afdelningen afsattes. Men denna frånvaro är för öfrigt icke alldeles absolut. I Signilsåsen, på gränsen mellan Dalarne och Herjedalen, ligger Vemdalskvartsit på Birikalk (jfr. sid. 46), och den kvartsit, som nedanför Husberget NO. om Hede närmast öfverlagrar kalkstenen, liknar mycket Vemdalskvartsit (se fig. 24, sid. 47). Högbom betecknar emellertid på sin karta ingendera af dessa förekomster såsom Vemdalskvartsit; en naturlig följd af hans uppfattning.

Hvad slutligen bristen på grönstenar i Vemdalskvartsiten beträffar, så delas den bristen af hela sparagmitfältet, med undantag af den stora öfverskjutna skollan, såsom förut blifvit nämndt. Argumentet är för öfrigt värdelöst af det skäl, att diabasens utbrott egt rum först efter de stora rubbningarnes tid, såsom Högbom ock sjelf anmärker (s. 27), under det att Vemdalskvartsiten varit med om samma rubbningar, något som äfven Högbom insett, såsom af ofvan meddelade citat tydligt framgår.

Om jag förstått Högbom rätt, så uppfattar han Vemdalskvartsiten såsom en strand-facies, hvilken från primordial sträcker sig högt upp i siluren. Men med denna uppfattning är det svårt att förklara den skarpa gräns mellan Vemdalskvartsit och ortocerkalk, som Högbom sjelf blottade vid sin gräfning i Finnsvedåsen. Ty hur skulle tvenne facies, som fordra så olika bildningsförhållanden, och som dertill båda äro så mäktiga och vidt utbredda, kunna på normalt sätt gränsa omedelbart intill hvarandra på ett så abrupt sätt, som fallet är i Finnsvedåsen? Oviksfjällens blåkvarts kan vara en sådan silurisk faciesbildning som Högbom afser, men ortocerkalken skyr också dess närhet. Så är äfven fallet med Valders' blåkvarts.

Fig. 101. Profil öfver norra sidan af Hofverberget.

P smutsgrön porfyrit, krossad och förstörd; *b'* blåaktig kvartsit; *b* blåaktig kvartsit med lager af grof, splittrig skiffer; *l* gröngrå lerskiffer (primordial); *G* granit.

Något giltigt skäl att skilja Vemdalskvartsiten från sparagmitformationen förefinnes således ej, och då måste dess nuvarande läge på siluren vara abnormt och en följd af öfverskjutning. Synnerligen stor behöfver denna öfverskjutning dock icke antagas vara, såvida

icke det SO. om Berg vid Storsjön befintliga partiet af Vemdalskvartsit äfven hörer hit, något som emellertid ännu må vara en öppen fråga.

Det närliggande, N. om Berg belägna Hofverberget anses af HÖGBOM möjligen äfven vara ett öfverskjutet parti. Hofverbergets hufvudmassa består af porfyriska och med dem beslägtade bergarter, nemligen brungrå porfyr, smutsgrön porfyrit samt täta, felsitiska bergarter utan porfyrstruktur. På sina ställen är bergarten nästan sandstensartad med antydan till skiktning. Hela Hofverbergets massa är i hög grad förklyftad och på sina ställen genomdragen af stora remnor, men endast sällan synes antydan till en grof förförskiffring. Den omgifvande berggrunden är granit, dock finnes utmed bergets nordöstra fot grå skiffer med primordialförsteningar (Ölandicuszonen) och på den en blåaktig kvartsit (se fig. 101). Denna senare har ej utseende af att hafva blifvit i någon högre grad pressad.

Enär således Hofverbergets massa visar mera tecken på att vara krossad än utpressad, är jag snarare böjd att anse den icke vara öfverskjuten, särdeles som det med Hofverberget petrografiskt mycket likartade Östberget på Frösön ej kan, enligt HÖGBOMS iakttagelser, vara ett öfverskjutet parti. De sedimentära lagren vid Hofverbergets fot skulle då vara sidolagrade till de porfyriska och dessa en denudationsrest af en porfyrkaka, som en gång betäckt graniten. Men om Hofverberget icke är öfverskjutet, är så sannolikt ej heller fallet med det i SO. belägna partiet af Vemdalskvartsit, hvilket, åtminstone delvis, hvilar på porfyriska bergarter liknande Hofverbergets och lika krossade som de.

Den sträckning, utefter hvilken Vemdalskvartsiten är öfverskjuten mot Ö., ligger ungefärligen i fortsättningen af den förut omnämnda veckningszon, hvilken i O-V:lig riktning stryker öfver Mjösen och sedan böjer sig mot N. Bådadera skulle derför möjligen kunna anses tillhöra en och samma störningszon, hvilken i så fall torde böra uppfattas såsom en liten parallel till den skandinaviska fjällsträckningens stora vecksystem. Men äfven en annan förklaring skulle kunna tänkas, en förklaring, som framställer sig när man betraktar förhållandena i de andra omnämnda starkt pressade partierna i den stora öfverskjutningens liggande.

Redan före silurtiden hade — såsom i det föregående blifvit framhållet — berggrunden i förevarande trakt undergått erosion; berg och dalar förefunnos redan då. Sådana måste derför äfven antagas hafva funnits när öfverskjutningsperioden inträdde, enär aldrig hela området var sänkt under silurtidens haf. Den yta, öfver hvilken det öfverskjutande partiet pressades fram, var således icke jemn. Om nu detta parti under sitt långsamma men oemotståndliga framåtryckande mötte någon större höjd, då synes det sannolika förloppet böra hafva blifvit, att dennes bergmassa sköts framför och så småningom breddes ut i närliggande fördjupningar tills det hela blifvit så utjemnadt, att den stora öfverskjutningsmassan kunde glida öfver. Denna massa verkade så att säga likt en vält, som utjemnade alla ojemnheter på den berggrund, öfver hvilken den gick fram. En sådan ojemnhet bildade Vemdalskvartsitens vall, och ända fram till den sträckte sig det stora öfverskjutna partiets rand, såsom Fudaskollans och Frönbergskollans lägen visa. Vemdalskvartsiten kan då tänkas hafva blifvit framskjuten af denna rand, hvarvid — såsom ofvan nämndes — trycket utjemnades företrädesvis genom glidning utefter skifferlagren, under det att de mellanliggande kvartsitbankarne följde med så att säga i helt stycke. Sålunda

skulle kunna förklaras de ofvan omnämnda egendomligheterna i Vemdalskvartsitens så väl beskaffenhet som nuvarande läge.

Mindre öfverskjutningar i den stora öfverskjutningens hängande.

I den stora öfverskjutningens hängande äro lagren på flera ställen och efter vissa stråk starkt skrynklade och hoptofvade med utseende af att hafva blifvit pressade mot SO., men exempel på att äldre bergarter blifvit skjutna öfver yngre äro dock här sällsynta. Öster utmed riksgränsen på sträckningen mellan Anjan och Torrön synes dock detta på sina ställen vara fallet. I Sandfjället, NO. om Strådalen och N. om vestligaste delen af Anjan, ligger en temligen grof, rödaktig granitgneis ofvanpå hornblendeskiffer tillhörande

Fig. 102. Profil från Strådalen till Sandfjället.

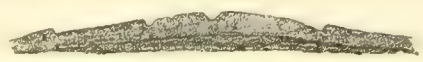
k kärfskiffer; *gl* ljus glimmerskiffer; *G* granitgneis; *h* hornblendeskiffer.

Åreskiffrarne (se profilen fig. 102), och något nordligare, V. om Lågsjöskutan, finnes en liknande gneisig bergart hvilande på Åregneis, hvilken i sin ordning hvilar på fortsättningen af Sandfjällets hornblendeskiffer. De nämnda gneisiga bergarterna hafva allt utseende af att tillhöra urberget och kunna svårligen hafva kommit på sina nuvarande platser på annat sätt än genom öfverskjutning.

Det V. om Storlien belägna Stenfjället bildar mot Ö. en tvärbrant vägg, som består af till Merakergruppen hörande grönaktig lersten, väl skiktad, men starkt veckad och hoptofvad. Stenfjällets vägg fortsätter både mot S. och mot. N.; isynnerhet är den väl markerad åt sist nämnda håll, der den stryker förbi Skurdalssjön[1] och Skalsjön. Under

[1] I en uppsats med titel »Rön och anmärkningar vid Jämtlands Mineral-Historia» (K. Vet. Akad. Handl. 1763, s. 268) säger A. F. CRONSTEDT om trakten kring den V. om södra ändan af Skurdalssjön belägna bekanta Skurdalsporten: »Vid Skördalsporten — — — förefaller ett besynnerligt skick hos Hällearten, som är tälgstensblandad, i ty att den går i stora vågor, hvaraf de nedgående göra på ytan dalar och de uppstigande åter höjder — — —.» (S. 275.) Denna uppgift synes vara grundad på ett meddelande af TILAS och illustreras med en planch, om hvilken det dock anmärkes, att den är af TILAS »upptecknad efter minnet från 1748» och derför möjligen något skematiserad. Den teckning, som TILAS gjorde på stället, hade nemligen gått förlorad vid en eldsvåda 1751. Beskrifningen och afbildningen öfverensstämma ej heller rätt väl med förhållandena i naturen. Bergarterna i trakten kring Skurdalsporten äro grönaktiga och särdeles väl skiktade lerstenar och sandstenar tillhörande Merakergruppen. De stryka mycket regelbundet i nära N-S. stupande mot vester. Hela bergmassan är temligen tätt genomdragen af stora, ofta flera meter breda sprickor som förlöpa i Ö-V. Det är dessa sprickor, som i CRONSTEDTS beskrifning rätt träffande liknas vid »stora diken», och af hvilka en bildar Skurdalsporten. Men de hafva intet att göra med veckningarne, hvilka de öfverskära ungefär vinkelrätt. Nämnde sprickor tillhöra ett

Fig. 103. Finnvålas profil sedd från öster.

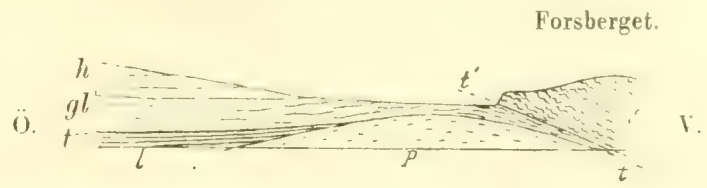


stort spricksystem, som har vidsträckt utbredning i gränsfjällen. Det sträcker sig nämligen åtminstone från St. Glucken i S. och till Finnvåla i N. I detta sist nämnda fjäll äro sprickorna t. o. m. så stora, att de på långt håll framträda i fjällets profil, såsom ofvanstående teckning af densamma, tagen på ungefär 1 mils afstånd, visar.

denna vägg ligger i allmänhet Rörosskiffer eller Åreskiffer, men just vid Stenfjället synas dessa saknas. Vid detta fjälls östra fot anstår nemligen den blåaktiga kvartsitskiffer, hvilken — såsom förut omnämndt — uppsticker i genombrottet i den stora öfverskjutningsskollan S. om Storlien. Månne detta kan antyda, att sagda skolla undergått en betydligare denundation *innan* Stenfjällets lager pressades upp på sin nuvarande plats?

Frånvaron af Singsås- och Brek-skiffer-grupperna, äfvensom af Selbuskiffrarne, här vid Trondhjemsfältets östra kant, kan möjligen till en del bero på öfverskjutning, men sannolikt är dess hufvudsakliga orsak en ursprunglig transgression af Merakergruppen.

Fig. 104. Profil från Forsberget mot Ö.



P porfyr och porfyroid; *l* silurisk lerskiffer; *gl* glimmerskiffer och *h* hornblendeskiffer hörande till Sevegruppen; *s* grof, sandig lerskiffer, mycket skrynklad, hörande till Rörosgruppen; *t*—*t* stora öfverskjutningsplanet; *t'*—*t'* ett antaget mindre öfverskjutningsplan.

Fig. 105. Profil S. om Grönningen, S. om Dufved.

l lerskiffer; *g* grönsten (diabas), nedåt förskiffrad; *kv* kvartsit; *P* porfyr; *t*—*t* öfverskjutningsplan.

I östra kanten af Tennforsfältet äro lagren likaledes i hög grad sammanskrynklade. Så t. ex. Ö. om Norn och äfven i Forsberget S. om Dufved. På båda ställena är det Rörosgruppens skiffrar, som äro skrynklade, under det att så ej är i lika hög grad fallet med de underliggande Åreskiffrarne, hvilkas mäktighet här är anmärkningsvärdt ringa. Se prof. fig. 104. Något sydligare, S. om Grönningen, saknas de till och med fullkomligt. Se profil. fig. 105. Här är förhållandet således analogt med det vid Stenfjället.

Inom Rörosfältet finnas likaledes stråk, der lagren äro starkt skrynklade och påtagligen pressade mot Ö., men huruvida någon verklig öfverskjutning här egt rum har ej kunnat konstateras.

Öfverskjutningar mot vester.

Inom vestra delen af Trondhjemsfältet finnas mångfaldiga exempel på, att äldre lager hvila på yngre, och det med ganska flackt läge, men i allmänhet torde dylika fall ej vara annat än starka inversioner mot vester. Vid fältets vestra kant förekomma dock på ett par ställen förhållanden, som svårligen kunna tolkas annorlunda än såsom öfverskjutningar. Ett sådant ställe är N. om Ålbu i Drivdalen, der ögongneis ligger flackt ofvanpå Rörosskiffer; ett annat finnes N. om Drivstuen, der ögongneis ligger flackt ofvanpå en glimmerskiffer, som efter allt utseende tillhör Sevegruppens understa del. För öfrigt finnas skäl att misstänka flera dylika fall utefter Trondhjemsfältets vestra gräns. Så t. ex. i Findalen NV. om Våge. På en starkt sträckt sparagmitisk kvartsitskiffer ligger här en oredig

blandning af en rödlett gneisig bergart, diorit, hornblendeskiffer m. m. Högre upp kommer vacker Rörosskiffer. Sydvest om Garmo ligga fyllit och högfjällskvartsit under Jotunsfjällens gabbro och densamma åtföljande gneis. Det är möjligt att någon öfverskjutning här kan finnas, men det synes sannolikare, att detta abnorma lagringsförhållande beror på en uppressning mot de redan före veckningsperioden sig högt öfver omgifningen höjande gabbromassorna.

Metamorfismen.

I det föregående har vid flera tillfällen blifvit omnämndt, hurusom sedimentära lager af så väl algonkisk som silurisk ålder numera uppträda i metamorfisk drägt. Ett närmare studium af dessa metamorfiska omvandlingar skulle säkerligen erbjuda mycket af intresse både ur allmänt-geologisk synpunkt och för kännedomen om vårt områdes geologiska historia, men något sådant studium har icke kunnat företagas i samband med den allmänna utredning af fjällbyggnaden, som varit föreliggande arbetes uppgift. I fråga om metamorfismen kunna derför endast några allmänna drag anföras. De flesta af dessa hafva redan i det föregående blifvit på skilda ställen omnämnda, men de må dock för öfversigtlighetens skull här sammanställas.

Sevegruppens kristalliniska facies, Åreskiffrarne, kan äfven sägas vara dess vestliga facies. Nu förekommer den visserligen flerstädes ganska långt mot öster, östligare t. o. m. än stora områden af samma grupps klastiska facies, sparagmitformationen, men detta har, såsom vi hafva sett, sin förklaring i den stora öfverskjutningen. Man kan således i det stora hela med fullt skäl säga, att Sevegruppens lager blifva mera utprägladt metamorfiska mot vester. Åt samma håll blir äfven materialet finare. Men nu visa sparagmitformationens bergarter snart sagdt öfverallt mer eller mindre starka spår af metamorfisk inverkan, och då skulle det kunna tänkas, att de metamorfoserande krafterna verkat ungefärligen lika starkt öfver Sevegruppens hela område, men att de vida lättare så att säga »rått på» det finare materialet än det gröfre, hvarför ock det förra nu synes vida mera metamorfoseradt än det senare. En sådan uppfattning torde dock ej tillfylles förklara de faktiska förhållandena, ty äfven inom den vestligaste delen af Sevegruppens utbredningsområde förekomma lager af lika grof beskaffenhet, som många inom de östra delarne, men dock vida starkare metamorfoserade. Så t. ex. de grofva glimmerskiffrarne i Drivdalen, vid Almli i Örkedalen och vid Stadsbygden, hvilka i stort hafva högfjällskvartsitens habitus, men äro fullständigt kristalliniska, och vidare det metamorfoserade konglomeratet Ö. om Kuven i Övre Gudbrandsdalen samt den grofva glimmerskiffern i detta fjäll, hvilken påtagligen är en starkt metamorfoserad grof sparagmit. Det synes derför gifvet, att de metamorfoserande krafterna verkligen varit starkare inom de vestra delarne af Sevegruppens område än inom de östra. Inom de förra har metamorfismen ock en anmärkningsvärd likformighet; den är ej starkare efter vissa stråk än efter andra, såsom fallet är inom Trondhjemsfältet, utan så snart man inkommit i Sevegruppens metamorfiska del,

Åreskiffrarne, finner man metamorfismen der lika genomgående som i urberget. Detta gifver Åreskiffrarnes metamorfism karaktären af något primärt. Det ser ut som om den inträdt i samband med, eller åtminstone snart efter, sjelfva aflagringen. Detta bestyrkes ock i viss mån deraf, att Åreskiffrarne under mikroskopet ofta visa ganska starka tryckfenomen, något som i vida mindre grad är fallet med de metamorfoserade Trondhjemsskiffrarna. Åreskiffrarnes metamorfos måste derför vara äldre än Trondhjemsskiffrarnes. Detta bestyrkes ock af de bollar, som stundom finnas i Rörosgruppens lägsta lager, såsom t. ex. vid Dufveds jernvägsbro, ty dessa bollar bestå delvis af bergarter, som mycket likna de hårdare bland Åreskiffrarne och sannolikt härröra från dem.

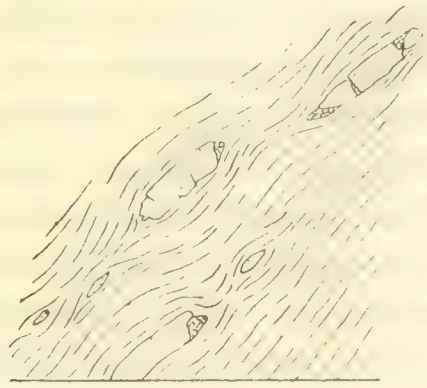
Af allt detta framgår, att Åreskiffrarnes metamorfism ej kan sättas i samband med bergskedjebildningen, hvilken, åtminstone i hufvudsak, inträdde först i en postsilurisk tid. Möjligen skulle den deremot kunna, på sätt förut blifvit antydt, tänkas stå i samband med eruptiva processer. Amfibolitskiffrar och amfibolitstenar spela en vigtig rol bland Åreskiffrarne; de kunna sägas finnas inom alla de områden, der dessa förekomma, men de äro främmande för sparagmitområdena. Då det nu är sannolikt, att de nämnda amfibolbergarterna äro af mer eller mindre direkt eruptivt ursprung, så häntyder deras närvaro derpå, att eruptiva processer varit i verksamhet under Åreskiffrarnes bildningsperiod. Det skulle då kunna tänkas, att dessa processer förändrat de fysikaliska förhållandena i Åreskiffrarnes aflagringsbäcken så, att sedimentets antagande af metamorfisk drägt derigenom väsentligen främjades.

Rörosskiffrarnes metamorfism kan i det stora hela sägas vara lika allmän som Åreskiffrarnes och torde derför ej heller kunna sättas i samband med bergskedjebildningen. Samtidig med Åreskiffrarnes kan den dock ej antagas vara, bland annat på grund af bollarnes i deras understa lager vittnesbörd, såsom nyss nämndes. Men äfven under Rörosskiffrarnes aflagringstid synas eruptiva processer hafva pågått, såsom de flerstädes förekommande inlagringarne af amfibolitskiffer antyda, och det är då möjligt, att de förhållanden, som betingade Åreskiffrarnes metamorfism, fortforo att vara rådande äfven under Rörosskiffrarnes bildningstid. Denna förmodan får ett visst stöd deraf, att i de trakter, der Rörosskiffrarne äro minst metamorfoserade, d. v. s. längst i Ö. och SO., der finnas bland dem inga amfibolitskiffrar.

Trondhjemsfältets olika afdelningar äro alla ständigt något metamorfoserade. Höggradigt metamorfoserade äro de — såsom förut blifvit nämndt — inom det stora metamorfiska stråket, som förlöper längs genom hela Trondhjemsfältet utbredande sig vester utmed hvad som i det föregående blifvit betecknadt såsom dess östra kärnlinie. Men inom Trondhjemsfältet finnes äfven ett annat stråk, som utmärker sig för stark metamorfism, om än ej i fullt så hög grad som det nämnda. Detta, det förut omnämnda vestra metamorfiska stråket, går öfver Inderön och Frosten till trakten Ö. om Trondhjem, således anslutande sig till den vestra kärnlinien. Anmärkningsvärdt är nu, icke blott att båda dessa metamorfiska stråk följa kärnlinier, utan äfven att granit i små massiv och gångar oftast uppträder just i dessa stråk. Men å andra sidan uppträder granit i skiffrar, som ej äro starkt metamorfoserade. Så t. ex. är Brekskiffern kring de små granitmassiven S. om vestra ändan af Selbu sjö ej höggradigt metamorfoserad, och skiffrarne närmast kring Fokstuens granitmassiv äro mindre starkt metamorfoserade än de något ostligare förekom-

mande. Om än ett visst samband mellan graniten och Trondhjemsfältets metamorfiska stråk påtagligen förefinnes, så kan det dock ej sägas vara ett af verkan och orsak. Sannolikare synes vara, att båda äro hänförbara till en gemensam orsak, att de stråk, utefter hvilka den starkaste nedpressningen egde rum, äfven voro de, som erbjödo bästa vilkoren både för granitens framträdande och för sedimentens metamorfos. För belysande af denna fråga skulle det vara af intresse att kunna afgöra i hvad förhållande graniten står till veckningsprocessen, men rörande den frågan lemna för handen varande data ej tillräcklig upplysning. Tydligt är visserligen, att graniten varit med om ganska starka rubbningar i bergmassorna; det bevisas af de sönderslitna granitgångarne vid Eidet i Guldalen, af den

Fig. 106. Söndersliten granitgång i skiffer något V. om Eidets station i Guldalen.



Det prickade utmärker klumpar af småkornig ljus granit. Vid dessas ändar finnas ej sällan små partier af grofkristallinisk kvarts.

böjda och på den konvexa sidan förskiffrade granitstocken V. om Trondhjem, af de till ytterlighet förskiffrade granitgångarne på Ladeudden NO. om Trondhjem, o. m. d., men veckningen var säkerligen en ganska långsam process, som kanske pågick under geologiska perioder, och om vi än veta att graniten förefanns under dess senare del, kunna vi ej deraf sluta till, att den fanns äfven under dess förra.

De nu metamorfoserade postarkäiska lagren hafva således ej alla blifvit metamorfoserade samtidigt och under samma förhållanden. Endast i fråga om de yngsta af dem, de siluriska, kan metamorfismen ställas i samband med bergskedjebildningen, under det att de äldre i hufvudsak erhöllo sin metamorfiska utbildning under föregående tider och i följd af mera allmänt verkande metamorfoserande krafter. Men ej ens den metamorfism inom Trondhjemsfältet, som kan tänkas uppkommen i samband med bergskedjebildningen, kan hafva kommit till stånd under blott en enda period. Det bevisa bollarne af pressad och starkt metamorfoserad Hovinsandsten i Eknegruppens konglomerat, hvars grundmassa likaledes är pressad och metamorfoserad. (Jfr. sid. 91.)

Man skulle kunnat vänta att finna metamorfism i samband med öfverskjutningarne. Tryckmetamorfism, höggradig och vidt utbredd, finner man ock, såsom förut nämndt, men i det hela föga af kristalliniska nybildningar, mestadels blott sericit. Detta torde väsentligen bero derpå, att de öfverskjutna massorna utgjorts af redan förut kristalliniska och mestadels temligen kiselsyrerika bergarter, eller ock af groft klastiska.

Slutord.

Den bild af det Centrala Skandinaviens geologiska byggnad, som den bifogade öfversigtskartan framställer, har jag nu sökt förklara och motivera. Hufvudsyftet har dervid varit, att utreda denna byggnads hufvuddrag samt att visa, hurusom de svårigheter, de i förstone till utseendet olösliga motsägelser, som fjällens geologi företer, få sin förklaring när man kommer till insigt om de väldiga öfverskjutningar, som inom stora områden omkastat den ursprungliga lagerordningen. Till de redan anförda fakta, som tala för dessa öfverskjutningars befintlighet, skulle jag här till sist vilja foga ett par betraktelser af mera allmän art. Sedda från öfverskjutningsteoriens synpunkt inordna sig en mängd olikartade och till utseendet stridiga förhållanden på ett enkelt och naturligt sätt såsom olika yttringar af en och samma process. De abnorma lagringsförhållandena, den jemnsidiga förekomsten af skarpt olika facies från en och samma geologiska tid,[1] de excessiva och vidt utbredda tryckverkningarne i bergarterna och dessa tryckverkningars uppträdande företrädesvis inom områden, som utmärka sig för flack lagring, allt detta får *en gemensam* förklaring. Och denna förklaring är densamma, som erfarenheten i andra bergstrakter visat vara den enda möjliga för att tyda fenomen likartade med dem, som utgjort svårigheterna vid utredandet af våra fjälls geologi. Mot dessa och förut angifna skäl, som så kraftigt tala för antagande af öfverskjutningarne, kan endast uppställas *ett*, nemligen öfverskjutningarnes storlek. Det kan med skäl anmärkas, att det är svårt att tänka sig, huru en öfverskjutning af öfver 100 km. bredd kunnat uppkomma. Vi må emellertid icke glömma, att bergskedjebildningens teori i allmänhet, och öfverskjutningarnes isynnerhet, ännu befinner sig i ett mycket outveckladt stadium, och det är tydligen icke berättigadt att på grund af teoretiska skäl såsom omöjligt beteckna ett resultat, till hvilket undersökningarne i naturen synas oafvisligen leda, när teorien om de processer, som skolat frambringa detta resultat, ännu är långt ifrån klar. *Att* öfverskjutningar äro en i bergskedjor allmän, för att ej säga normal, företeelse är numera kändt och erkändt, men denna kunskap är ganska ny, den har vunnits hufvudsakligen under det senaste decenniet. Mera allmän uppmärksamhet tilldrogo sig öfverskjutningarne först sedan den rol sådana spela i nordvestra Skotland blifvit påvisad genom derstädes i början af 1880-talet företagna detaljundersökningar. Den häpnad de der vunna resultaten i förstone väckte fick ett lifligt uttryck i den preliminära notis, hvari Sir Arch. Geikie först offentligen omnämnde dem.[2] »Masses of archæan gneiss», säger han, »have thus

[1] Högbom säger om Jemtlands silur (l. c. sid. 64); »Motsatsen mellan de båda faciesutbildningarne är genomgående och förunderligt skarp. Mindre frappant skulle den vara, om man vågade antaga, att de blifvit bragta hvarandra väsentligen närmare genom bergskedjebildningen och de dermed följande öfverskjutningarne.»

[2] Nature, Nov. 13. 1884.

been thrust up through the younger rocks and pushed far over their edges. When a geologist finds vertical beds of gneiss overlying gently inclined sheets of fossiliferous quartzite, shale and limestone, he may be excused if he begins to wonder whether he himself is not really standing on his head.» Den största öfverskjutningens bredd befanns då vara mist 10 eng. mil (16 km.), och till större mått har man ej sedan dess kommit i Skotland.[1] I Alperna synas deremot vida betydligare öfverskjutningar förefinnas. För de S. om Genevesjön belägna Romandska föralperna, hvilkas geologi hittills varit ett olöst problem, anser Prof. H. SCHARDT i Montreux, som egnat dem en detaljerad undersökning, den naturligaste förklaringen vara »de considérer toute la région du Chablais et du Stockhorn, de la vallée de l'Arve jusqu'à celle de l'Aare, comme une nappe de recouvrement venue du Sud, par-dessus la zone des Dents du Midi et du Mont-Blanc-Finsteraarhorn».[2] Riktigheten af denna åsigt är visserligen ännu ej allmänt erkänd, men någon antagligare förklaring af den nämnda traktens geologi har ej kunna framställas. I ett bref till mig yttrar den bekante schweizergeologen Prof. A. HEIM i Zürich såsom svar på en framställd fråga om öfverskjutningarnes i Alperna storlek: »Die grössten *sicher* erkannten Ueberschiebungen in den Alpen haben eine Profilbreite von 20 km. (Nordflügel der Glarner-Doppelfalte). Die grössten *wahrscheinlichen*, aber nicht unbedingt sicheren alpinen Ueberschiebungen (beiderseits des oberen Genfersee) sind diejenigen SCHARDT's mit minimum 50 km.»[3]

De fortgående undersökningarne synas således påvisa allt större öfverskjutningar, och det skulle vara en märkelig tillfällighet, om under den jemförelsevis korta tid, som geologernas uppmärksamhet varit riktad på dessa storartade dislokationsfenomen, de största befintliga sådana redan skulle blifvit uppdagade; detta så mycket mer, som just de största äro de svåraste att konstatera. Om derför öfverskjutningar af minst 50 km. finnas i en så ung bergskedja som Alperna, då synes sannolikheten tala för, att ännu större sådana kunna vara möjliga i en gammal bergskedja sådan som den skandinaviska, ty det låter väl tänka sig, att under jordens äldsta bildningsskeden, då hela jordkroppen ännu ej ernått sin nuvarande rigiditet, betingelserna för uppkomsten af stora öfverskjutningar varit gynsammare än hvad de voro under tertiärtiden.

En öfverskjutnings storlek torde för öfrigt vara mera en fråga om tid än om kraft. Vanligen uppfattas öfverskjutningarne såsom excessiva former af veckförkastningar. Det synes då sannolikt, att den största kraftutvecklingen erfordrades just vid en öfverskjutnings första uppkomst, då bergmassorna veckades och söndersletos. När detta väl var gjordt gledo de särskilda partierna jemförelsevis lätt öfver hvarandra, hvarvid det vattendränkta slipmjöl som bildades, och hvilket vi nu i hårdnad form återfinna såsom »gnuggsten»,

[1] I ett bref till författaren, skrifvet i Jan. 1896, yttrar Sir Arch. GEIKIE rörande sagda mått på öfverskjutningarne: »This however must be the *minimum* amount; but we have no means of even approximately estimating what may have been the *maximum*.

[2] Sur l'origine des préalpes romandes. Arch. des Sciences Physiques et Naturelles, Dec. 1893. p. 577. Jfr. äfven samme författares profil i »Livret-Guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse». 1894.

[3] Enligt ett senare meddelande till mig från Prof. HEIM (maj 1896) har i ett då nyligen publiceradt arbete af Maurice LUGEON, »La région de la Brèche du Chablais», riktigheten af SCHARDTS uppfattning blifvit till fullo bevisad. (Tillägg under tryckningen.)

tjenstgjorde såsom smörjmedel. Huru långt glidningen sedan fortgick, det berodde väsentligen på huru länge det sidotryck, som gifvit upphof till hela processen, fortfor att verka.

De teoretiska betänkligheter, som kunna uppställas mot antagandet af stora öfverskjutningar i våra fjäll, hvila således på alltför osäkra grunder för att kunna tillmätas någon vigt gentemot fjällens eget vittnesbörd om dessa öfverskjutningars befintlighet. De fleste af mina kolleger på fjällgeologiens område torde det oaktadt ännu ej vara beredda ett antaga öfverskjutningsteorien i hela den utsträckning, i hvilken den i detta arbete blifvit framställd. Men må de då åtminstone pröfva den såsom arbetshypotes. Med de nycklar, som hittills blifvit försökta, har det visat sig ogörligt att lösa de skandinaviska fjällens geologiska problem. Enligt min erfarenhet inom det centrala Skandinavien löser denna nya nyckel detta problem på ett förundransvärdt sätt. Må andra nu försöka dess användbarhet äfven för andra områden; det skall då snart visa sig hvartill den duger.

Résumé.

Seit beinahe vier Decennien wird an der Enträthselung des geologischen Baues der skandinavischen Hochgebirgsgegenden gearbeitet, und doch haben die an dieser Arbeit betheiligten Geologen sich bis jetzt nicht einmal über die grossen geotektonischen Grundzüge des alten skandinavischen Faltengebirges einigen können. Schon dies deutet darauf hin, dass hier ganz ungewöhnliche und verwickelte geologische Probleme vorliegen. Dass dem in der That so ist, lässt sich auch deutlich erkennen, wenn man die bereits dargelegten verschiedenen Anschauungsweisen über die Hochgebirgsgeologie überblickt.

Die Aufnahme der norwegischen Hochgebirgsgegenden wurde im Jahre 1858 von der norwegischen geologischen Landesuntersuchung begonnen. Als erstes allgemeines Resultat der Arbeiten veröffentlichte der damalige Director des genannten Institutes, Prof. Th. Kjerulf, im Jahre 1866 eine geologische Karte im Maasstabe 1 : 400,000 über einen bedeutenden Theil des südlichen Norwegens. Auf dieser Karte zeigen die sedimentären Formationen der Hochgebirgsgegenden folgende Eintheilung:

Das Trondhjemer Schieferfeld;
Hochgebirgsquarzit und Schiefer (Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneisse, u. s. w.);
Dictyonema-Schiefer;
Das Sparagmitgebirge;
Das Urgebirge.

Im Jahre 1877 waren die Arbeiten so weit vorgeschritten, das Kjerulf eine Uebersichtskarte im Maasstabe 1 : 1,000,000 über das ganze südliche Norwegen veröffentlichen konnte. Der Hauptsache nach wird auf dieser Karte die frühere Formationseintheilung beibehalten; die hier befolgte ist nämlich:

Hochgebirgsquarzit und Schiefer;
Glänzende Schiefer (nunmehr als silurisch erkannt);
Blauquarz, Dictyonema-Schiefer } primordial;
Jüngerer Sparagmit }
Älterer Sparagmit;
Urgebirge und Metamorphisches.

Von schwedischer Seite wurden die Hochgebirgsgegenden erst im Jahre 1868 in Angriff genommen. Der Verfasser nahm als Geologe der schwedischen geologischen Landesanstalt an dieser Arbeit theil und veröffentlichte die ersten Mittheilungen darüber (1872 und 73). In diesen erfahren die Formationen folgende Eintheilung:

Die Köli-Gruppe (phyllitische Schiefer, Garbenschiefer, u. s. w.),
Die Seve-Gruppe (Quarzite, Sparagmite, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneisse),
Silur,
Dala-Sandstein und *Cambrischer Quarzit*,
Urgebirge.

Dem Anscheine nach stimmte diese Eintheilung mit der norwegischen recht gut überein; namentlich schien die Seve-Gruppe sich ganz ungezwungen mit dem Hochgebirgsquarzit parallelisiren zu lassen, denn beide Abtheilungen waren aus Quarziten und krystallinischen Schiefern zusammengesetzt und dem Silur aufgelagert. Diese Uebereinstimmung war jedoch nur scheinbar, denn beim Aneinanderlegen der Karten stellte es sich heraus, dass das was auf der schwedischen Seite als zur Seve-Gruppe gehörig bestimmt worden war, auf der norwegischen Seite grösstentheils dem præsilurischen Sparagmitgebirge zugerechnet wurde. Der Gegensatz konnte kaum schärfer sein, und doch waren die Bestimmungen auf beiden Seiten von fossilführenden Silurablagerungen ausgegangen. Es war schwer einzusehen, wie das Räthsel zu lösen wäre.

Im Jahre 1882, d. h. nach zehnjähriger Unterbrechung, nahm der Verfasser, nunmehr als Privatmann, seine Arbeiten in den Hochgebirgsgegenden wieder auf, anfangs zwar mehr zur Erholung als in der Absicht umfassende Untersuchungen vorzunehmen; allein die vielen interessanten Fragen, die ihm überall begegneten, verleiteten ihn ein Jahr nach dem anderen in das Hochgebirge zu ziehen, und bald war er wieder mit der Lösung der grossen Probleme der Hochgebirgsgeologie ernstlich beschäftigt. Hierbei wurde es erforderlich die Untersuchungen auch auf das norwegische Territorium auszudehnen, denn die Probleme mussten ohne Einschränkung durch territoriale Grenzen verfolgt werden. Zuerst galt es, das geologische Alter, der s. g. Åreschiefer festzustellen. Diese nach dem Åreskutan, einem grossen Berge in Jemtland, benannten Schiefer sind Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und braune Glimmergneisse, welche sämmtlich ein sehr alterthümliches Gepräge tragen, aber doch in unzweideutiger Weise dem Silur aufgelagert sind und in Folge dessen der Seve-Gruppe zugerechnet worden waren. In dem grossen Silurgebiet, das sich in Norwegen südlich und östlich von Trondhjem ausbreitet, haben gewisse Theile eine sehr starke regionalmetamorphe Umwandelung erfahren, und hier kommen Gesteine vor, die eine auffallende petrographische Ähnlichkeit mit den Åreschiefern aufweisen. Namentlich ist dies der Fall in Wærdalen, weshalb auch der Verf. ebenso wie andere Forscher hier früher Bildungen zu finden glaubte, welche denen im Åreskutan gleich kämen. Ob diese Auffassung richtig sei oder nicht, musste vor allem zuerst entschieden werden. Zu dem Zwecke wurde es aber erforderlich den grössten Theil des Trondhjemer Gebiets einer durchgreifenden Revision zu unterziehen, eine Arbeit, die mehrere Sommer in Anspruch nahm. Als Endresultat ergab sich, dass die erwähnten metamorphen Silurschiefer in Wærdalen keineswegs mit den Åreschiefern parallelisirt werden dürfen, dass aber westlich von dem Trondhjemer Gebiet und zwischen diesem und dem Urgebirge eine Schieferformation vorhanden ist, deren petrographische Beschaffenheit und auch deren Gliederung eine solche Uebereinstimmung mit den Åreschiefern aufweist, dass sie jedenfalls mit ihnen parallelisirt werden muss. Diese Schieferformation ist aber — wie ihre Lage beweist — zweifellos älter als das ganze Trondhjemer Silurgebiet, und dasselbe muss demnach auch

für die Åreschiefer gelten. Die Ueberlagerung dieser über das Silur in Jemtland konnte also nicht normal sein, sondern musste als durch eine grosse Ueberschiebung zu wege gebracht aufgefasst werden. Die Ausdehnung dieser Ueberschiebung, welcher — wie es sich bald herausstellte — andere kleinere sich anschliessen, musste nun erforscht und zugleich der südliche Theil der beigelegten Uebersichtskarte, Tafel 1, fertiggestellt werden, eine Arbeit, welche erst im Sommer 1893 einigermassen zum Abschluss gebracht werden konnte. Die Karte repräsentirt ein Gebiet von c:a 100,000 qkm, wovon jedoch nur etwa die Hälfte neu revidirt worden ist.

Da die Ueberlagerung des Silurs nicht nur durch die Åreschiefer, sondern auch durch den Hochgebirgsquarzit und überhaupt durch alles dessen, was zur Seve-Gruppe gerechnet worden war, als abnorm, und diese ganze Gruppe als prækambrisch befunden wurde, so musste die frühere Auffassung der Altersfolge der Formationen eine wesentliche Änderung erfahren. Die jetzige Eintheilung ist die folgende:

Devonische(?) Bildungen (einige versteinerungsleere Sandsteine).

Silurische Bildungen
Obersilur,
Untersilur,
Cambrium (= Primordial).

Jüngere Algonkische Bildungen
Seve-Gruppe,
Dala-Sandstein.

Aeltere Algonkische und **Archäische Bildungen** (Urgebirge).

Die algonkischen und silurischen Bildungen sind die bei weitem wichtigsten und interessantesten; sie werden deshalb zuerst besprochen.

Die Sandstein-Gruppe von Dalarne oder der Dalasandstein.

Unter dem Namen Dalasandstein wird eine grosse Sandsteinformation verstanden, welche sich im nordwestlichen Theile der Provinz Dalarne und in den angrenzenden Gebieten über eine Fläche von etwa 7500 qkm ausbreitet und eine Mächtigkeit von 600 bis 800 m erreichen kann. Zu unterst fängt die Formation mit groben Conglomeraten an, ihre Hauptmasse aber bildet röthlicher Quarzitsandstein; Schiefer von braunrother und grauer Farbe kommen als untergeordnete Einlagerungen vor.

An verschiedenen Niveaus treten Diabasmassen lagerartig auf. Die grösste dieser Massen ist die des Öjediabases, welche eine Mächtigkeit von 15—90 m und eine Längenausdehnung von mehr als 80 km besitzt. Sie ist — wie aus mehreren Merkmalen zu ersehen — durch eine Reihe von Diabaseruptionen während der Bildungszeit des Dalasandsteins entstanden. Das Gestein ist ein porphyrischer und mandelsteinartiger normaler Diabas. Die übrigen im Dalasandstein vorkommenden Diabase sind mittel- bis kleinkörnig,

nicht porphyrisch und in der Regel olivinführend. Auch sie treten als eingeschaltete Lager auf, dürften jedoch meistentheils als injicirt aufzufassen sein.

Im südlichen Theil ihres Verbreitungsbezirks, wo die Formation am besten entwickelt ist, lässt sich folgende Gliederung erkennen:

	Ungefähre Mächtigkeit in Metern.
Röthlicher Sandstein mit Zwischenlagern von rothem Schiefer *Olivindiabas* (30 bis 70 m) *Röthlicher Sandstein* mit Schiefer	200—300.
Grauweisser Quarzit mit grauem Schiefer *Heller Quarzit* mit kleinen Lagern rothen Schiefers	100.
Rothbrauner Sandstein	120.
Öje-Diabas	15—90.
Röthlicher, quarziger Sandstein mit dunklen Zwischenschichten *Conglomerat*	150—250.

Längenprofil durch den südlichen Theil des Dalasandsteingebietes.

Querprofil durch den südlichen Theil des Dalasandsteingebietes.

Punktirt = Porphyr; *Schwarz* = Diabas; *Weiss* = Sandstein.
Maasstab der Länge 1 : 400000.

Die obenstehenden zwei Profile gewähren eine allgemeine Vorstellung von dem Baue der Dalasandsteinformation in dieser Gegend.

Die Sevegruppe.

Unter dieser vom Verf. zuerst im Jahre 1872 vorgeschlagenen Benennung werden gewisse klastische sowie auch einige mit diesen æquivalente krystallinisch-schieferige Ablagerungen zusammengefasst, welche einen bedeutenden Theil der Hochgebirge aufbauen. Die klastischen Ablagerungen werden als die »Sparagmit-Formation» bezeichnet; sie treten im Süden und Osten auf. Die krystallinisch-schieferigen, oder die s. g. »Åreschiefer», breiten sich mehr gegen Norden und Nordwesten hin aus. Diese beiden Formationen sind also als verschiedene Facies der Seve-Gruppe aufzufassen.

Die Sparagmitformation.

Vorherrschend in der Sparagmitformation sind *Sparagmite*. Unter diesem von J. Esmark 1829 eingeführten Namen werden feldspathreiche Sandsteine verstanden, die in gewissen Gebieten der skandinavischen Hochgebirgsgegenden eine sehr bedeutende Verbreitung haben. Die typischen Sparagmite sind mittel- bis grobkörnig. Letztere sind die feldspathreichsten und enthalten mitunter fast mehr Feldspath (vorwiegend Mikroklin) als Quarz. Mit abnehmender Korngrösse tritt aber der Feldspath mehr und mehr zurück, und es entstehen feldspathführende Quarzitsandsteine (Sparagmitsandsteine). Die Farbe der Sparagmite ist verschieden, und es ergeben sich danach mehrere Varietäten, wie grauer, rother, dunkler, heller Sparagmit. Die hellfarbigen sind die verbreitetsten. Mit den eigentlichen Sparagmiten zusammen kommen Quarzite, Conglomerate und Thonschiefer, sowie auch — obwohl mehr untergeordnet — Kalksteine und Kalksandsteine vor. Einige Quarzite sind von blaugrauer Farbe und werden als »Blauquarz» bezeichnet; ein heller, quarziger, in der Regel sehr deutlich geschichteter Sparagmitsandstein ist unter dem Namen »Hochgebirgsquarzit» bekannt.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Sparagmitformation erstreckt sich vom Mjösen-See und dem Gudbrands-Thale gegen Nordwesten hin bis fast an den Storsjö in Jemtland. Durch eine zwar nur sporadisch auftretende aber an gewissen Stellen jedoch 200 bis 300 m mächtige Einlagerung von dichtem, dolomitischem, mitunter etwas bituminösem aber versteinerungsleerem Kalksteine, dem s. g. »Biri-Kalkstein», gliedert sich die Sparagmitformation in zwei Abtheilungen. Die untere derselben ist am besten in der Gegend nördlich vom Mjösen-See entwickelt. Hier, wo sie eine Mächtigkeit von 700 bis 900 m. erreichen kann, ist sie fast ausschliesslich aus dunkelgrauem, in der Regel ziemlich kleinkörnigem Sparagmit mit Einlagerungen von dunklem Thonschiefer aufgebaut. Letztere werden, je höher man in der Formation hinaufsteigt, immer mächtiger und zahlreicher. Gegen Nordosten, in der Gegend zwischen dem Ren-Thale und dem Klarelf-Thale, ist die untere Sparagmit-Abtheilung ebenfalls ziemlich stark entwickelt; hier sind aber Schiefer und feinkörnige bis dichte Quarzite die vorherrschenden Gesteine. Die Schiefer sind mitunter grau, meistens aber durch Oxydation rothbraun gefärbt. Noch weiter gegen Nordwesten und Norden hin tritt die untere Abtheilung der Sparagmitformation an mehreren vereinzelten Stellen zu Tage, ist aber nur schwach entwickelt. Ihr am meisten charakteristisches Gestein ist hier der Biri-Kalkstein; noch in der Gegend von Hede in Herjedalen kommt dieser in ziemlich starker Entwickelung vor.

Schon vor der Bildungsperiode des Birikalksteins scheinen partielle Störungen eingetreten zu sein, so namentlich in der Gegend um das Gudbrand-Thal, denn dort findet sich ein grobes Conglomerat unmittelbar im Liegenden des Kalkes. Noch bedeutendere Störungen folgten aber später, wie die weit ausgebreiteten und zum Theil sehr mächtigen Conglomerate beweisen, welche das Hangende des Birikalksteins und zugleich die unterste Stufe der oberen Sparagmit-Abtheilung ausmachen, und deren Gerölle zum grossen Theile aus Gesteinen der unteren Abtheilung bestehen. Die obere Sparagmitabtheilung wird sonst vorwiegend aus hellen, weisslichen bis röthlichen Sparagmiten und Sparagmitsandsteinen auf-

gebaut, in welchen Einlagerungen von Conglomerat und Schiefer zwar hin und wieder vorkommen, stets aber nur in ganz untergeordnetem Maasse. Am Ostrande des Sparagmitgebiets tritt als unterstes Glied der oberen Sparagmitabtheilung ein mächtiger Quarzit, der s. g. Wemdaler Quarzit auf. Dieses Gestein ist von grauer bis gelblichgrauer Farbe, ziemlich grobkörnig und massig und in der Regel stark zerklüftet. Zwischenlager von Quarzconglomerat und grobem Schiefer kommen in ihm häufig vor. Auch in anderen und besonders in den südlichen Theilen des Sparagmitgebiets sind die untersten Schichten der oberen Abtheilung häufig grau gefärbt.

Die obere Sparagmitabtheilung kann eine Mächtigkeit von 1000 m erreichen. Die ganze Formation hat durchweg den Charakter einer Seichtwasserbildung und muss folglich während einer Periode der Senkung abgelagert worden sein. Sie lagert bald auf der unteren Abtheilung, bald unmittelbar auf dem Urgebirge auf. Letzteres Verhältniss dürfte theils durch vorhergegangene partielle Zerstörung der unteren Abtheilung durch Erosion, theils wohl auch durch Transgression zu erklären sein.

Die obere Sparagmitabtheilung wird an mehreren Stellen von einer weiteren Serie sparagmitischer und quarzitischer Ablagerungen bedeckt, und auch diese fangen häufig mit einem Conglomerat an. Eine hervoragende Rolle spielt unter ihnen der s. g. Blauquarz, weshalb auch die ganze Serie schon von KJERULF als die »Blauquarz-Etage» bezeichnet wurde. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte sie cambrischen Alters sein.[1]

Die Åreschiefer.

Wie schon oben bemerkt wurde, sind die Åreschiefer die nordwestliche und krystallinische Facies der Sevegruppe. In der Gegend südlich vom Storsjö in Herjedalen lässt es sich sehr gut verfolgen, wie der helle Sparagmit gegen Westen hin in einen quarzigen Glimmerschiefer umgewandelt wird, so auch in der Gegend um das obere Gudbrand-Thal nördlich vom Jettafjeld, wo sogar grobe Conglomerate stark metamorphisch werden. Der genannte quarzige Glimmerschiefer bildet das unterste Glied der Åreschiefer. Er wird von einer mächtigen Bildung amphibolitischer Schiefer überlagert, mit welchen zusammen an einigen Punkten fast massige Amphibolite auftreten. Als drittes und jüngstes Glied der Åreschiefer folgen dann braune Glimmergneisse, die accessorisch Granat, Sillimanit und Graphit führen.

Die Åreschiefer haben ihre grösste Verbreitung im westlichen Jemtland, treten aber auch mehrorts in Norwegen auf, wie z. B. in und um den Hummelfjeld südlich von Röros und am Trondhjemer Fjord. Auch hier finden sich ihre drei Hauptglieder, nämlich: quarziger Glimmerschiefer, Amphibolitschiefer und brauner Glimmergneiss wieder, und zwar in typischer Ausbildung.

Die silurischen Ablagerungen.

Die silurischen Ablagerungen dieser Gegenden sind sehr verschiedenartig entwickelt. In erster Reihe lassen sich zwei Hauptfacies unterscheiden, nämlich eine, die reich, eine

[1] Die »Blauquarz-Etage» hat auf der Karte eine besondere Bezeichung erhalten; die sonstigen cambrischen Ablagerungen aber (Schiefer und Kalkstein) lassen sich vor der Hand nicht wohl vom Untersilur ausscheiden.

andere, die arm an Kalksteinen und Versteinerungen ist. Jene tritt an oder in der Nähe der östlichen und südlichen Grenze des Sparagmitgebiets, diese dagegen mehr gegen Westen und Norden hin auf. Es wird daher das an Kalksteinen reiche Silur als *die östliche*, das an solchen arme als *die westliche Facies* bezeichnet. Ein fernerer Unterschied dieser beiden Facies ist der, dass in der westlichen diejenigen Lager, welche aller Wahrscheinlichkeit nach während der Primordial-Zeit und der früheren untersilurischen Zeit zum Absatz gelangten, versteinerungsleer und die in ihnen spärlich vorkommenden Kalksteine krystallinisch sind. Erst im oberen Theile des Untersilurs beginnen sich Versteinerungen zu zeigen. Im Obersilur treten die Faciesverschiedenheiten weniger hervor. Unter den Silurablagerungen mit westlicher Facies macht sich ein grosses Gebiet, das Trondhjemer Gebiet, durch eine ganz eigenartige Ausbildungsweise bemerkbar in Folge der vielen Grünsteine und der sich an diese anschliessenden grünen sedimentären Ablagerungen, die dort auftreten.[1]

Das Silur innerhalb der südlichen und östlichen Theile der Karte.

Das Silur von Walders (an der südwestlichen Ecke der Karte) ist eine fast reine Schieferformation mit westlichem Facies-Charakter. Nur am Südrande seines Verbreitungsgebiets findet eine Annäherung an die östliche Facies statt, indem dort spärliche, Primordialversteinerungen enthaltende Kalksteineinlagerungen auftreten. Weiter nach Norden, östlich vom Jotungebirge, scheint die ganze untere Hälfte des Untersilurs zu fehlen; es fängt nämlich dort das Silur mit Schiefern an, welche auf Grund einiger in ihnen gefundener Graptolithen als dem oberen Theile des Untersilurs zugehörig bestimmt werden konnten.

Das altbekannte Silurgebiet um den Mjösen-See zeigt rein östliche Facies; ebenso auch alle die kleinen zerstreuten Silurpartien, welche sowohl westlich als nordöstlich davon auftreten. In dem grossen Silurgebiet um den Storsjö in Jemtland lässt sich der Uebergang von östlicher zu westlicher Faciesentwickelung sehr gut verfolgen. Im Osten sind Kalksteine häufig, und hier ist auch die Primordialzone in typischer Ausbildung vorhanden; gegen Westen hin werden Kalksteine immer spärlicher, und diejenigen von ihnen, welche Versteinerungen führen, erweisen sich immer als obersilurisch. Andere, tiefer liegende Kalksteine, die wahrscheinlich untersilurisch sind, kommen zwar vor, sind aber krystallinisch und versteinerungsleer.

Das Trondhjemer Becken.

Das unterste Glied des Trondhjemer Beckens bilden die s. g. **Röros-Schiefer**. Diese sind in der Regel ebenso vollständig krystallinisch wie die Areschiefer, aber milder, weniger quarzig. Grober, mitunter granatführender Garbenschiefer ist ein unter den Röros-Schiefern sehr verbreitetes Gestein, ebenso auch der s. g. Stuedal-Schiefer. Letzterer schliesst sich an den Garbenschiefer eng an; es fehlen ihm aber die Hornblende-Garben,

[1] Die grössere petrographische Abwechselung, welche das Trondhjemer Gebiet in Folge dessen vor den übrigen Silurgebieten auszeichnet, hat für jenes eine weiter gehende Gliederung und damit auch eine in gewisser Hinsicht eigene Farbenbezeichnung nötig gemacht. Betreffs der übrigen Silurgebiete ist auf der Karte die östliche Facies nur durch die häufigeren Zeichen für Kalksteine von der westlichen unterschieden.

statt deren sich kleine Einsprenglinge von Biotit und Eisenspath einstellen. Wenn typisch entwickelt, sind diese Gesteine sehr deutlich und regelmässig geschichtet. Weniger Verbreitung unter den Röros-Schiefern haben Amphibolitschiefer und dunkle, weiche Glimmerschiefer.

Die Röros-Schiefer bilden eine, wenn auch mehrfach unterbrochene, Umsäumung um das ganze Trondhjemer Becken, treten aber auch östlich davon innerhalb zweier Gebiete in Jemtland selbständig auf. Im grossen Ganzen scheiden sie sich scharf von den übrigen Gliedern des Trondhjemer Beckens, die nicht jene allgemeine Metamorphosirung wie die Röros-Schiefer erfahren haben. Kleine Kuppen von *Olivinfels* und *Serpentin* treten mehrorts in den Röros-Schiefern und zwar in der Regel nahe an ihrer liegenden Grenze auf. Besonders häufig sind solche an der Ostseite des Trondhjemer Beckens.

Die Ablagerungen des Trondhjemer Beckens mit Ausschluss der Röros-Schiefer können als »**das Trondhjemer Becken in engerem Sinne**» bezeichnet werden. Innerhalb dieses ist die Entwickelung im Osten etwas anders als im Westen. In beiden Fällen wird jedoch die Schichtfolge abwechselnd aus mehr oder weniger metamorphosirten thonigen Sedimenten und Grünsteinderivaten aufgebaut. Unter der Bezeichnung »Grünsteinderivate» werden verschiedene grünliche, sich an die zahlreichen kleinen Grünsteinmassive mehr oder weniger eng anschliessende Ablagerungen, wie Grünsteintuffe, grüne Sandsteine, grüne Thonsteine und Schiefer u. s. w., zusammengefasst. Die Verschiedenheiten der Ablagerungen im westlichen und im östlichen Theil des Beckens werden dadurch noch erhöht, dass letztere grösstentheils hochgradig metamorphosirt sind. Innerhalb einer Zone, die sich durch den ganzen östlichen und grösseren Theil des Trondhjemer Beckens hinzieht, sind nämlich alle Ablagerungen vollständig krystallinisch. Diese Zone (auf der Karte blassroth punktirt) wird als »der metamorphische Zug» bezeichnet. Das untenstehende kleine Schema gewährt eine Uebersicht über die Gliederung innerhalb des Trondhjemer Beckens in engerem Sinne:

Im Westen.	Im Osten.
Die Ekne-Gruppe;	
Die Höiland-Gruppe;	*Die Gruppe der Sul-Schiefer;*
Die Hovin-Gruppe;	*Die Meraker-Gruppe;*
	Die Gruppe der Selbu-Schiefer;
Die Stören-Gruppe;	*Die Singsås-Gruppe;*

Die Gruppe der Brek-Schiefer.

Die Gruppe der Brek-Schiefer hat ihre Hauptverbreitung in den westlichen und nordwestlichen Theilen des Beckens. Ganz vorherrschend sind es graue, phyllitische Schiefer, häufig etwas gröblich und von Quarznieren erfüllt. Gegen Nordwesten hin treten amphibolitische Schiefer hinzu. Als Einlagerungen stellen sich häufig schwarze, alaunschieferähnliche Schiefer ein; auch blaugraue, krystallinische Kalksteine kommen vor, namentlich in der Gegend um Snåsen und den inneren Theil des Trondhjemer Fjordes.

Die Stören-Gruppe schliesst sich an die im westlichen Theile des Trondhjemer Beckens vorkommenden Grünsteinmassive an und ist fast lediglich aus Grünsteinderivaten

aufgebaut. Nächst den Grünsteinen treten in der Regel licht- bis mittelgrüne, massige oder nur undeutlich geschichtete Gesteine auf, die als mehr oder minder umgewandelte Tuffe aufzufassen sein dürften. Mit zunehmender Entfernung von den Grünsteinmassiven wird das Material immer mehr differenziirt, und es entstehen grüne Sandsteine und grüne Schiefer in mannichfachem Wechsel und verschiedenartiger Ausbildung. Untergeordnet treten vollständig krystallinische Quarzite von bläulicher, violetter oder weisser Farbe auf.

Im Hangenden wird die Störengruppe von einer Breccie abgeschlossen, deren meistens eckige, mitunter aber auch etwas rundliche Bruchstücke vorwiegend aus Gesteinen der Gruppe selber bestehen. Meistens sind diese Bruchstücke klein; solche von Metergrösse und mehr kommen jedoch auch vor.

Als eine Æquivalentbildung der Stören-Gruppe wird die *Singsås-Gruppe* aufgefasst. Das Hauptgestein dieser Gruppe ist ein grauer oder grünlich-grauer Glimmerschiefer mit einem gewissermassen sandigen Gefüge, jedenfalls ein metamorphosirter Sandstein. Die Verbreitung der Singsås-Gruppe fällt nämlich fast gänzlich innerhalb des metamorphischen Zuges. Untergeordnet treten zahlreiche und zum Theil auch mächtige Lager von graphitischen Quarzschiefern auf.

Die Singsås-Gruppe wird von der *Gruppe der Selbu-Schiefer* überlagert. Wenn wenig metamorphisch umgewandelt, sind die Selbu-Schiefern vorwiegend graue Phyllite; wenn hochgradig metamorphosirt, was meistens der Fall, sind sie aber als braune Glimmerschiefer, mitunter sogar als braune Glimmergneisse entwickelt. Die Glimmerschiefer führen lagenweise Andalusit, Disthen, Staurolith und Granat. Conglomerate mit glimmerschieferartiger Grundmasse und häufig stark gestreckten Geröllen kommen in diesen Schiefern mehrorts vor.

Ueber den Selbu-Schiefern folgt *die Meraker-Gruppe*. Dies ist wieder eine Gruppe, welche hauptsächlich aus Grünsteinderivaten aufgebaut wird. Sie schliesst sich auch an die im östlichen Theile des Trondhjemer Beckens auftretenden Grünsteine an. Es wiederholt sich hier ganz dasselbe Verhältniss wie in der Stören-Gruppe; wie dort sind auch hier die Ablagerungen in der Nähe der Eruptivmassen mehr unregelmässig angehäuft, so zu sagen massiger, mit zunehmender Entfernung aber entwickelt sich eine schöne und regelmässige Schichtung, wobei das Material sich zugleich zu verschiedenen Gesteinsvarietäten sondert, wie grünlichen Sandsteinen und Conglomeraten, grünen Thonsteinen und grünen oder grauen Thonschiefern. Wenn die mehr tuffartigen Glieder der Meraker-Gruppe nicht stark metamorphosirt sind, ähneln sie vollständig jenen der Störengruppe, zumeist liegen sie aber innerhalb des metamorphischen Zuges und haben da eine Umwandlung in dunkle Amphibolitschiefer erfahren.

Die Hovin-Gruppe, welche im westlichen Theile des Trondhjemer Beckens die Stören-Gruppe direct überlagert, wird als das westliche Æquivalent der Meraker-Gruppe aufgefasst. Es sollten demnach die Selbu-Schiefer hier nicht repräsentirt sein; ihre Bildung wäre da zum Theil gleichzeitig mit der Entstehung der vorerwähnten Breccie im Hangenden der Stören-Gruppe, welche eine Unterbrechung in der Sedimentbildung bekundet.

Die Hovin-Gruppe wird aus grünlich-grauen Sandsteinen und grauen mehr oder minder phyllitischen Thonschiefern in mehrfachem Wechsel aufgebaut. Sie hat demnach

mit der Meraker-Gruppe, wo die Schichtung dieser am besten entwickelt ist, grosse petrographische Ähnlichkeit. Untergeordnet treten Kalksteine und Conglomerate auf. In dieser Gruppe finden sich die ersten Versteinerungen des Trondhjemer Beckens, die aber durchweg sehr schlecht erhalten und nur ausnahmsweise sicher bestimmbar sind. Einige Graptolithen und ein Trinucleus lassen jedoch erkennen, dass die Hovin-Gruppe dem Oberen Theile des Untersilurs zuzurechnen ist.

Ueber der Hovin-Gruppe im Westen und der Meraker-Gruppe im Osten folgen Ablagerungen, welche durch in ihnen gefundene Versteinerungen als dem unteren Theile des Obersilurs zugehörig haben bestimmt werden können. Diejenigen im Westen werden als *die Höiland-Gruppe* zusammengefasst. Sie bestehen aus grauen und röthlichen Thonschiefern, in welchen Kalksteineinlagerungen häufig auftreten. Versteinerungen sind in diesen nicht selten, ihre Erhaltung aber ist stets eine sehr schlechte. Sicher konnte jedoch erkannt werden, dass sie obersilurischen Charakters sind.

Die entsprechende Ablagerung im Osten ist eine reine Schieferformation, *die Sul-Schiefer*. Graue und braune Phyllite sind vorherrschend; schwarze Schiefer mit dunklem Striche sind auch nicht selten. In einem solchem wurden einige Graptolithen von obersilurischem Typus gefunden.

Als jüngstes Glied des Trondhjemer Beckens erweist sich eine etwa 400 m mächtige Ablagerung von grünlich grauen, harten und zum Theil ziemlich stark metamorphosirten Sandsteinen, welche als *die Ekne-Gruppe* bezeichnet wird. Diese Ablagerung fängt mit einem groben Conglomerate an, dessen Gerölle zum grossen Theil aus Gesteinen der älteren Glieder des Trondhjemer Beckens gebildet werden. Sogar fossilführende Kalksteine, die aller Wahrscheinlichkeit nach der Höiland-Gruppe entstammen, kommen unter diesen Geröllen vor, und auch Sandsteine der Hovin-Gruppe, die offenbar schon vor der Bildungszeit der Eknegruppe gepresst und metamorphosirt worden waren, lassen sich unter ihnen erkennen. Fossilien sind in der Ekne-Gruppe nicht gefunden worden. Die markirte Discordanz, welche sich zwischen ihr und den übrigen Gliedern des Trondhjemer Beckens vorfindet, lässt es aber als nicht unwahrscheinlich erscheinen, das der Eknesandstein devonischen Alters sein könnte.

Die Grünsteine des Trondhjemer Beckens sind theils als reine Tiefengesteine, theils mehr als Ergussgesteine entwickelt. Im ersteren Falle sind es mittelkörnige Gabbros, die in der Regel olivinfrei sind, local aber auch sehr olivinreich sein können. Selten sind sie frisch, sondern meistens mehr oder minder stark dioritisirt. Als Ergussgesteine sind sie immer stark umgewandelt, und ihre ursprüngliche Beschaffenheit ist nicht mehr gut erkennbar.

Die grosse Mehrzahl der Grünsteine ist auf zwei Züge vertheilt, einen westlichen und einen östlichen, welche zwei Eruptionslinien darstellen. An den westlichen Zug schliesst sich, wie schon erwähnt, die Stören-Gruppe. Nachdem die eruptiven Vorgänge sich hier abgespielt hatten, trat eine Zeit der Ruhe ein; dann brachen Eruptivmassen wieder hervor, jetzt aber auf der östlichen Linie, und damit im Zusammenhang erfolgte die Ablagerung der Merakergruppe.

Diesen Grünsteineruptionen folgte das Hervordringen eines hellen, mittelkörnigen Biotitgranits, der in kleinen Massiven und in unzähligen Gängen auftritt. Am zahlreichsten finden sie sich innerhalb des metamorphischen Zuges, sie kommen aber auch ausserhalb

desselben vor. Jünger als die vorher erwähnten Grünsteine und vielleicht auch jünger als der Granit sind einige verhältnissmässig kleine Grünsteinvorkomnisse auf dem Höilande, welche mit dem dortigen Obersilur derart verknüpft auftreten, dass sie als mit diesem gleichalterig aufgefasst werden müssen. Diese Grünsteine sind stark umgewandelte Porphyrite. Bei einigen sind die Einsprenglinge Plagioklas, bei anderen Hornblende.

Das Urgebirge und præalgonkische Eruptivgesteine.

Diese ältesten Glieder des Gebirgsbaues bilden gewissermassen eine Umrahmung der Sedimentärformationen, tauchen aber auch an mehreren Stellen aus diesen inselartig empor. Im Südwesten erheben sich die Gabbromassen des wilden Jotungebirges. Dem Mineralbestand nach ist das Gestein hier sehr wechselnd, die Endglieder haben einerseits augitsyenitische, anderseits lherzolithische Zusammenzetzung. Am verbreitetsten sind wohl gabbroartige, in der Regel ziemlich feldspathreiche Zwischenglieder. Sie haben jedoch keine rechte Gabbrostruktur, da sie vollständig allotriomorph körnig sind in derselben Weise wie z. B. die s. g. Pyroxengranulite. Selten sind sie völlig massig, sondern in der Regel mehr oder weniger ausgeprägt flaserig. Sie sind mit amphibolitischen Schiefern innig verknüpft und werden meistens von solchen umgeben. Diese Schiefer wiederum sind mit Gneissen vom Charakter der Urgneisse eng verbunden. Dass diese auch wirklich archäisch sind, sucht der Verfasser durch nähere Erörterung der Verhältnisse in Hedalen zu beweisen. Früher wurden sie als der »Hochgebirgsquarzit-Etage» Kjerulfs angehörig und als Resultat eines von dem als silurisch oder postsilurisch erachteten Gabbro hervorgebrachten Contaktmetamorphismus aufgefasst.

Weiter nördlich, im westlichen Theile des Gebiets, sind Gneisse und Gneissgranite vorwiegend. Als jüngstes Glied des Archäischen treten hier einige granulitische Gesteine auf, und in diese ist ein grober Augengneiss mit bis faustgrossen Feldspathaugen lagerartig eingeschaltet. Solch ein Augengneiss taucht auch in mehreren kleineren Partien in der Gegend um das obere Gudbrandsthal inselartig aus der Sparagmitformation auf. Dieser Augengneiss wird als Ausläufer eines supponirten unter dem südlichen Theil des Trondhjemer Beckens verborgenen Massivs von porphyrischem Granit angesehen.

In den nordöstlichen wie auch in den südöstlichen Theilen des Gebietes ist das Urgebirge fast nur durch Eruptivgesteine, Porphyre und Granite, vertreten. Die Porphyre sind sehr mannigfaltig ausgebildet, namentlich im bekannten Porphyrgebiet von Elfdalen; auf eine nähere Beschreibung derselben wird jedoch nicht eingegangen. Sie werden an mehreren Orten von tuffartigen Bildungen und von aus ihrem Detritus enstandenen Sandsteinen und Conglomeraten begleitet. Jünger als die Porphyre sind die mit ihnen zusammen vorkommenden Granite. Dies sind meistens röthliche, oligoklasreiche Biotitgranite von mittlerer Korngrösse, häufig sind sie etwas porphyrisch. Titanit ist in ihnen ein nicht seltener accessorischer Gemengtheil. Der aus Porphyr und Granit zusammengesetzte Untergrund scheint eine beträchtliche Ausdehnung unterhalb der sedimentären Formationen zu besitzen, denn wo immer ein Durchbruch in diesen vorhanden ist, kommen solche Gesteine zum Vorschein. Gänge von Olivindiabas treten im Urgebirge häufig auf, fehlen

aber im Sparagmit. Wo immer der Contakt zwischen Granit und Sparagmit hat untersucht werden können, hat sich ersterer als der ältere erwiesen, und der Sparagmit ist ganz evident zum grossen Theil aus dem Detritus der Granite entstanden.

Faltungen und Ueberschiebungen.

Das grosse skandinavische Faltensystem tritt im Trondhjemer Becken in sehr markirter Weise hervor, wie aus der Karte deutlich ersichtlich ist. Die Falten dieses Systems verlaufen im grossen Ganzen in NNO—SSW-licher Richtung und können als Längsfalten bezeichnet werden. Es kommen aber auch einzelne Falten vor, die jene überqueren und etwas jünger zu sein scheinen. Eine solche Falte verläuft nordöstlich vom Jotungebirge in NW—SÖ-licher Richtung dem Otta-Thale entlang, eine andere ist in Stjördalen und eine dritte in Wærdalen, östlich vom Trondhjemer Fjord, bemerkbar. Die grösseren und kleineren auftauchenden archäischen Partien haben übrigens die Falten der Sedimentformationen mehrfach abgelenkt und ihre Regelmässigkeit gestört.

Intressanter als die Falten sind **die Ueberschiebungen**, welche wohl als die excessivste Äusserung der faltenbildenden Kräfte angesehen werden dürfen. Es sind Ueberschiebungen sowohl gegen Westen als gegen Osten hin vorhanden. Jene sind ziemlich unbedeutend; diese dagegen zum Theil colossal. Es wurden bereits Eingangs die Gründe erwähnt, welche zur Annahme grosser Ueberschiebungen gegen Osten zwingen; hier mögen die Ergebnisse ihrer Verfolgung und Kartirung kurz zusammengefasst werden.

Der Ueberschiebungen gegen Osten oder Südosten sind mehrere; unter ihnen zeichnet sich aber Eine durch ihre grossartigen Dimensionen vor allen anderen in hervorragender Weise aus. Die überschobene Partie stellte anfänglich eine grosse Scholle in abnormer Lagerung dar, ist aber jetzt zu einem bedeutenden Theil wegerodirt; grössere und kleinere Stücke sind von der Hauptmasse abgelöst und bilden nunmehr gleichsam eine Vorpostenkette von isolirten Schollen, und was von der Hauptscholle noch übrig geblieben ist, ist durchlöchert, so dass der Untergrund an mehreren Stellen sichtbar ist. Dies alles macht, dass die Ausdehnung der überschobenen Partie verhältnissmässig sicher bestimmt werden kann.

An den oben erwähnten kleineren isolirten Schollen lässt sich am leichtesten erkennen, dass wirklich bedeutende Partien sich jetzt in ganz abnormer Lagerung und weit von ihren ursprünglichen Lagerstätten befinden. Es mögen deshalb diese kleineren Schollen zunächst in Kürze besprochen werden.

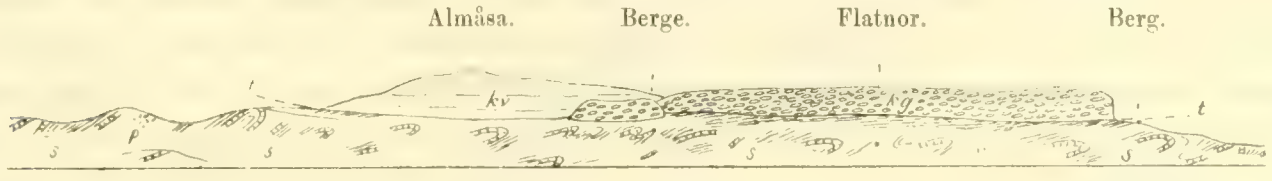
Detachirte Schollen. Einer grossen Insel gleich, die sich von Offerdal im Süden bis noch Hotagen im Norden estreckt, liegt im nordwestlichen Theile des jemtländischen Silurgebietes eine Partie, die aus ganz anderen Gesteinen als die sie umgebenden silurischen, nämlich aus solchen der Seve- und der Röros-Schiefer-Gruppen, aufgebaut ist. Diese Partie erhebt sich mit zumeist steilen Abstürzen über das Silur, welches von ihr mit flacher Lagerung discordant überlagert wird, wie an mehreren Grenzpunkten deutlich zu erkennen ist. So z. B. im Süden bei Offerdal, im Osten bei Skärvången und im Norden südlich von Hotagen. Am letztgenannten Orte liegen zu unterst in der Scholle gneissartige Gesteine, welche wenigstens zum Theil stark ausgewalzte Granite sein dürften. Diese Scholle, welche

nach ihrem höchsten Berge, dem Ansätten, benannt wurde, besteht demnach durchweg aus Gesteinen, die älter als das umgebende Silur sind, dieses jedoch überlagern. Diese Ueberlagerung *muss* folglich abnorm und durch eine Ueberschiebung zu Wege gebracht sein. Aber von wo ist denn diese fremde Partie hergekommen? Aus der nächsten Nähe jedenfalls nicht, denn dort sind weder die Sevegruppe noch die Röros-Schiefer an ihrem normalen Platze in der Lagerfolge entwickelt. Erst weit gegen Westen hin, an der Reichsgrenze, kommen sie in normaler Lagerung vor.

Südlich von Offerdal findet sich eine andere verhältnissmässig kleine Scholle, die »Landwerk-Scholle». Sie bildet ein aus Quarziten der Seve-Gruppe aufgebautes Plateau, das sich mit steilen Rändern über die silurische Umgebung erhebt. Diese Scholle ist nur durch ein breites Thal von der Ansätt-Scholle getrennt und hat denselben Bau wie deren südlicher Theil.

Westlich vom südlichsten Theile des Storsjö findet sich noch eine Scholle, die Fuda-Scholle genannt. Auch diese besteht aus quarzitischen Gesteinen, die sich durch ausgeprägte Schieferung und sonstige Merkmale starker Auswalzung scharf von den gleichfalls quarzitischen Gesteinen, auf welchen sie ruhen, unterscheiden.

Profil am Südende der Ansätt-Scholle nördlich von Offerdal
(nach HÖGBOM).



kv Quarzitschiefer und *kg* Conglomerat der Sevegruppe; *s* Silur; *p* Porphyr; *t*—*t* Ueberschiebungsfläche.

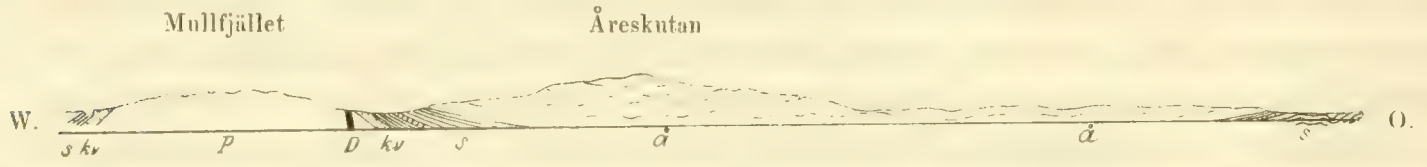
Östlich vom Südende des Fæmund-Sees finden wir wiederum eine übergeschobene Scholle. Auch diese besteht zum grössten Theil aus quarzitischen und sparagmitischen Gesteinen, die sich durch ihr stark gestrecktes Aussehen den umgebenden mehr normal beschaffenen gegenüber als Fremdlinge entpuppen. Im nordöstlichen Theile dieser Scholle kommt eine ziemlich bedeutende Partie von Augengneis vor, ein Gestein, das älter als die Sparagmitformation ist, sich in dieser Gegend aber nirgends in ihrem Untergrunde vorfindet. Seine Heimat ist, wie schon erwähnt, viel westlicher zu suchen.

In der Nähe der eben erwähnten Scholle sind zwei andere zu verzeichnen, die zu beiden Seiten des Enger-Thals, südlich vom Fämund-See, vorkommen. Weiter gegen Südwesten hin verbreitet sich in der Gegend um und nördlich von der Eisenbahnstation Koppang eine grosse Scholle von sehr complizirtem Bau. Der Westrand derselben besteht aus Augengneiss, der hier ihren untersten Theil bildet. Dieser Augengneiss wird in normaler Weise von zur Sparagmitformation gehörigen Gesteinen überlagert, über welchen aber wieder Augengneiss auftritt. Dies eigenthümliche Verhältniss dürfte kaum anders als durch eine liegende Falte in der überschobenen Partie zu erklären sein. (Siehe Profil 5, Tafel 4.)

Die eben erwähnten Schollen sind die wichtigsten. Noch einige andere finden sich östlich und südlich vom Jotungebirge, wodurch sich die ehemalige Verbreitung der überschobenen Partie noch weiter gegen Südwesten hin verfolgen lässt.

Die Hauptscholle. Am Aussenrand der grossen Hauptscholle wiederholen sich die nämlichen Erscheinungen, wie an den Rändern der eben erwähnten isolirten Schollen. Auch die Hauptscholle wird zum grössten Theile von Gesteinen der Seve-Gruppe aufgebaut; nicht selten sind jedoch auch Urgesteine mitbetheiligt, in welchem Falle sie in der Regel den untersten Theil der Scholle ausmachen und sehr stark mechanisch deformirt sind, was auch von anderen Gesteinen an der Basis der Scholle gilt. Die abnorme Auflagerung der Scholle ist an manchen Punkten augenscheinlich. So z. B. beim Åreskutan. Westlich

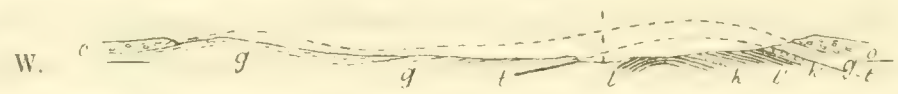
Profil des Åreskutan.



å Åreschiefer; *s* Silur; *kv* Quarzit; *P* Porfyr; *D* Diabas.

von diesem Berge ist die Scholle durchbrochen und ihre Unterlage, hier Porphyr und Silur, tritt zu Tage. In Folge dessen lässt sich sehr deutlich erkennen, wie die krystallinischen Schiefer des Åreskutan das Silur, und zwar das Obersilur, muldenförmig überlagern. Südlicher, in Herjedalen, wird der Rand der Hauptscholle von einem breiten Saum archäischer Gesteine, zumeist schieferiger Granite, gebildet. Unter ihnen finden wir den Augengneiss wieder, und zwar in recht bedeutender Entwickelung. Wie diese granitischen Gesteine der Sparagmitformation aufgelagert sind, lässt sich gleich westlich von der Reichsgrenze am Südende eines grossen Durchbruchs, des Skarsfjeld-Durchbruchs, sehr schön sehen. In dem weiterem Verlauf des Schollenrandes gegen Südwesten hin tritt der Augengneiss wiederholt auf und lässt sich bis in die Gegend östlich von Dovre und Jettafjeld verfolgen. Hier bildet er aber eine gegen Osten übergebogene Falte. Die Ueberschiebung ist hier zu Ende; wir haben ihre Wurzel-Linie erreicht.

Profil quer über das Südende des Skarsfjeld-Durchbruchs.



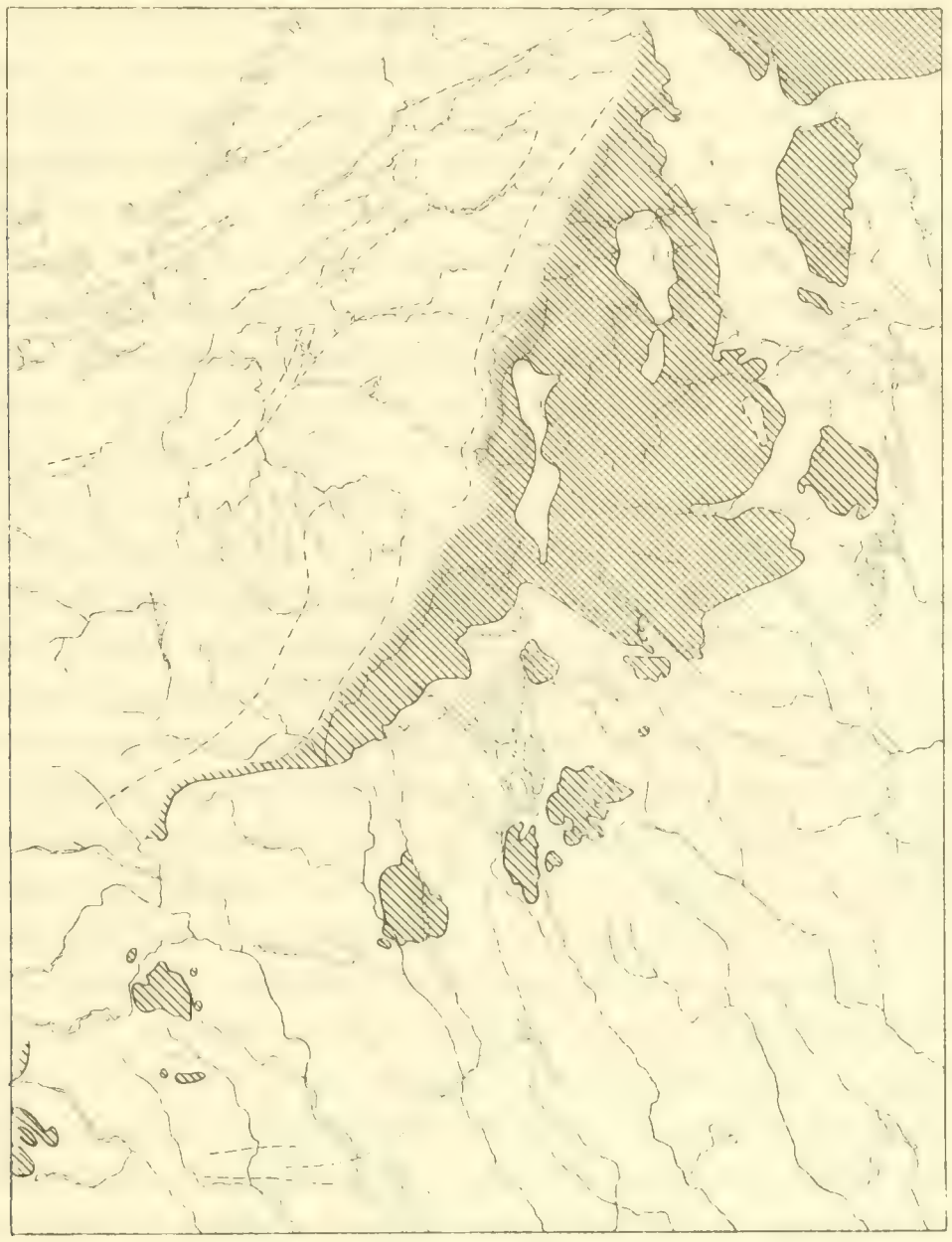
ö Augengneis; *g* Granitgneiss; *k* & *k'* Quarzit; *l* & *l'* Thonschiefer; *t—t* Ueberschiebungsfläche.

Südlich von Storlien, dem Punkte, wo die Eisenbahn die Reichsgrenze schneidet, befindet sich das Nordende des oben erwähnten grossen Skarsfjeld-Durchbruchs. Hier, weit im Inneren der Scholle, finden wir die nämlichen abnormen Lagerungsverhältnisse wieder, welche an ihrem Aussenrande überall vorhanden sind. Unter krystallinischen Schiefern vom Typus der Åreschiefer liegt nämlich hier ein makroskopisch gneissartiges Gestein, das sich aber unter dem Mikroskop als ein sehr stark mechanisch deformirter Porphyr entpuppt. In seinem Liegenden findet sich bläulicher Quarzschiefer mit Einlagerungen dunkler, graphitoidischer Schiefer, Gesteine, deren nächste Analoga im Silur,

wie dieses nordwestlich am Kallsjön ausgebildet ist, zu finden sind. Jene Schiefer ruhen auf Glimmerschiefer und Quarzit und diese wiederum auf Porphyr.

Nördlich vom Åreskutan lässt sich der Ausstrich der Ueberschiebungsfläche noch ein gutes Stück weiter gegen Norden verfolgen; je weiter man aber in dieser Richtung geht, desto grösser wird die petrographische Ähnlichkeit zwischen dem untersten Theile der

Uebersichtskärtchen der Ueberschiebungen.
Maasstab 1 : 3,200,000.



Die grosse Ueberschiebung ist mit stärkeren, die kleineren mit feineren Linien schraffirt. Die abgebrochenen Linien deuten die wichtigsten Muldenlinien an.

Scholle und der Hauptmasse ihres Untergrundes. Jene wie diese besteht nämlich aus Porphyren und Graniten; die der Scholle sind aber durchweg mehr schieferig und gepresst als die des Untergrundes, doch wäre die Grenze der Scholle hier kaum sicher zu erkennen, wenn nicht unter ihr ein schmaler Rand silurischer Schiefer eingeklemmt wäre. Die erwähnte nach Norden zu immer mehr hervortretende Uebereinstimmung zwischen Scholle und Untergrund rührt offenbar daher, dass der Schollenrand sich hier der Wurzellinie mehr und mehr nähert.

Die kleine Kartenskizze Seite 193 gewährt eine Uebersicht über die verschiedenen zur grossen Ueberschiebung gehörigen Partien, die jetzt noch übrig sind. Aus ihrer Lage lässt sich die ursprüngliche Form und Ausdehnung der Scholle ziemlich gut reconstruiren, und die colossale Breite der Ueberschiebung tritt deutlich hervor. Wo diese Breite am grössten ist kann sie nicht auf geringer als 130 km geschätzt werden. Eine solche ungeheure Breite ist in den Annalen der Geologie »etwas noch nie Dagewesenes», und der Verf. verhehlt sich nicht, dass ihre Möglichkeit allgemein angezweifelt werden wird. Da er aber nach vieljährigen Untersuchungen zu der Ueberzeugung gekommen ist, dass nur durch eine solche grosse Ueberschiebung die thatsächlichen Verhältnisse erklärt werden können, hat er sich nicht gescheut, diese Ueberzeugung dreist auszusprechen. Die Breite der Ueberschiebung scheint übrigens zu ihrer Länge in einem nicht unproportionalen Verhältnisse zu stehen; die Länge kann nämlich wahrscheinlich der ganzen Länge des skandinavischen Gebirgszuges, oder c:a 1800 km gleich gesetzt werden.

Wie die grosse Scholle in ihren Details construirt ist, lässt sich in diesen Gegenden, wo der Felsgrund sehr bedeckt ist und gute Profilaufschlüsse nur selten vorkommen, nicht wohl studieren. Nur die Grundzüge der Construktion treten einigermassen deutlich hervor. Im Allgemeinen ist in der Scholle die Lagerungsfolge *nicht* invertirt, obwohl Wiederholungen local vorkommen können, wie in der Koppang-Scholle. Eine Ausnahme von dieser Regel machen aber die der Wurzellinie zunächst gelegenen Partien. In den detachirten Schollen östlich und südlich des Jotungebirges ist die Lagerungsfolge stets invertirt, und an der Südwestspitze der grossen Hauptscholle scheint auch Inversion vorhanden zu sein. Im untersten Theile der Scholle sind die Druckwirkungen am intensivsten entwickelt; dort hat mechanische Metamorphose oft derart gewirkt, dass die Gesteine fast unkenntlich geworden sind. Bald sind sie übermässig ausgewalzt, bald wie zusammenknetet, was auf den ungleichen Widerstand, welchen der Untergrund dem Weiterschub leistete, zurückzuführen sein dürfte. Denn es muss daran erinnert werden, dass die Ueberschiebung erst in postsilurischer Zeit, und nachdem die Oberfläche schon vielfach erodirt worden war, stattgefunden haben kann. Als eine Äusserung derselben Ursache dürfte auch das auffallende Verhältniss anzusehen sein, dass an der Stoss-Seite grösserer und wiederstandsfähigerer Erhebungen des Untergrundes, wie z. B. an den Porphyrzügen an der Reichsgrenze und westlich vom Åreskutan, die Sevegruppe, welche sonst die Hauptmasse der Scholle ausmacht, stark verdünnt, an deren Leeseite dagegen sehr mächtig entwickelt ist.

Die jetzige Mächtigkeit der Scholle kann da, wo sie am grössten ist, auf c:a 1500 m geschätzt werden. Wie gross sie ursprünglich gewesen sein mag, lässt sich nicht ermitteln.

Kleinere Ueberschiebungen kommen sowohl im Liegenden wie im Hangenden der grossen vor, sind aber von geringer Bedeutung. Die wichtigste unter ihnen ist die des Wemdaler Quarzites über das Silur. Unter dem Namen »Wemdaler Quarzit» werden, wie schon oben erwähnt, gewisse quarzitische Gesteine zusammengefasst, welche gewissermassen einen ungeheueren aber vielfach durchschnittenen und zerfallenen Wall bilden, der sich vom Südende des Storsjö in Jemtland nach Südsüdwest hinzieht. Die von diesem Quarzit aufgebauten Berge bilden oft steile Abstürze gegen Osten, an deren Füssen untersilurische Ablagerungen mehrorts vorkommen, in der Regel mit schwachem Einfallen gegen den

Quarzit hin. Das Silur ruht direct auf dem Urgebirge. Allem Anschein nach wird also das Silur hier vom Quarzit überlagert; durch Ausgrabung am Contacte wurde auch an einer Stelle die Ueberlagerung thatsächlich bewiesen. Dass aber diese Ueberlagerung keine normale sein kann, geht aus dem engen Zusammenhang der Sparagmitformation mit dem Wemdaler Quarzit, sowie auch aus der schroffen Grenze des letzteren gegen das Silur hervor. Horizontale Gleitflächen und andere Anzeichen von Quetschungen und Verschiebungen sind im Wemdaler Quarzit häufig und beweisen, dass dieser als feste Masse in Bewegung gewesen ist. Die wahrscheinliche Erklärung ist die, dass die Silurschichten am Fusse eines vom Quarzit gebildeten Glintes zur Ablagerung gelangten, und dass dann später der Quarzit durch einen von Westen her wirkenden Druck über sie hinweg geschoben wurde. Das Ausmass dieser Ueberschiebung scheint jedoch nur einige Kilometer zu betragen. Sie aber war es, welche bei den ersten Untersuchungen dieser Gegend, zu einer Zeit wo grosse Ueberschiebungen in der Geologie noch unbekannt waren, zu der Annahme Veranlassung gab, dass die ganze Seve-Gruppe postsilurischen Alters wäre, eine Annahme, welche in den Verhältnissen um Åreskutan anscheinend eine starke Stütze fand.

Metamorphismus.

Die Sedimentärablagerungen sind, wie schon bemerkt wurde, zum Theil hochgradig metamorphosirt. Die krystallinische Facies der Sevegruppe, die Åreschiefer, ist im grossen Ganzen augenscheinlich aus feinerem Material als die deutlich klastische Sparagmitformation entstanden; da aber auch in den Gesteinen der letzteren fast immer Spuren metamorphischer Umwandelungen erkennbar sind, liesse sich wohl vermuthen, dass die metamorphosirenden Kräfte ziemlich gleichmässig über das ganze Bildungsgebiet der Sevegruppe gewirkt haben könnten, wobei sie aber das gröbere klastische Material nicht in gleichem Masse wie das feinere zu bewältigen vermochten. Dem kan aber nicht so sein, denn gegen das Gebiet der Åreschiefer hin sind grobe Sparagmite und sogar Conglomerate auffallend stark metamorphosirt. Der Umstand, dass mächtige Einlagerungen von Amphibolgesteinen, die wohl als in Verbindung mit während der Sevezeit eingetretenen Grünsteineruptionen entstanden aufgefasst werden dürften, einen hervorragenden Antheil am Aufbau der Åreschiefer nehmen, während solche der Sparagmitformation fremd sind, lässt die Vermuthung aufkommen, dass durch jene eruptiven Vorgänge die physikalischen Verhältnisse im Ablagerungsgebiet der Åreschiefer eine derartige Veränderung erfuhren, dass eine krystallinische Entwickelung des niedergeschlagenen Materials dadurch begünstigt wurde. Ähnliches lässt sich auch in Bezug auf die Röros-Schiefer sagen. Auch sie sind in der Regel hochgradig metamorphosirt; schwächer metamorphosirt sind sie nur am Ost- und Südost-Rande ihres Verbreitungsbezirkes. Gerade dort aber finden sich in ihrer Schichtenfolge keine amphibolitischen Schiefer, während solche sonst überall vorhanden sind. In den Åreschiefern wie in den Röros-Schiefern trägt der Metamorphismus demnach einen Charakter der Allgemeinheit und Gleichförmigkeit, der es nicht zulässt, ihn mit später eingetretenen regionalmetamorphen Vorgängen in Verbindung zu bringen, sondern vielmehr auf eigenthümliche Verhältnisse während der Bildungsperiode selbst hindeutet. Dieser Schluss

findet darin eine weitere Stütze, dass in den untersten Schichten der Röros-Schiefer bei Dufed, wo diese Schiefer *nicht* stark metamorphisch sind, Gerölle eines krystallinischen Quartzites vorkommen, der petrographisch mit gewissen Schichten der Åreschiefer identisch ist. Dies beweist nämlich, dass die Åreschiefer schon vor der Entstehungszeit der Röros-Schiefer ihre metamorphische Ausbildung erlangt hatten.

Anders verhält es sich mit dem Metamorphismus im Trondhjemer-Gebiet. Dies ist ein reiner Regionalmetamorphismus. Innerhalb dieses Gebietes lassen sich zwei Züge erkennen, wo der Metamorphismus besonders stark hervortritt, ein östlicher und ein westlicher. Der östliche, der schon vorhin erwähnte grosse Zug, ist der bei weitem bedeutendere, und nur dort kann die eingetretene metamorphische Umwandlung hochgradig genannt werden. Er schliesst sich so ziemlich den tiefsten Synklinalen an. Besonders interessant ist hier die Gegend westlich der Stadt Röros. Es schneidet nämlich hier die Grenze des metamorphischen Zuges das Streichen der Schichten unter schiefem Winkel, und bei einigen Lagern lässt sich in Folge dessen sehr gut verfolgen, welche Veränderungen sie beim Eintritt in das metamorphosirte Gebiet erfahren. So wird z. B. ein grauer Thonschiefer zuerst phyllitisch, dann immer mehr krystallinisch, und zuletzt entwickelt sich aus ihm ein brauner Glimmerschiefer mit bis centimeterdicken Andalusitkrystallen.

Der westliche metamorphische Zug ist weniger ausgeprägt. Er erstreckt sich von der Gegend östlich von Trondhjem gegen Nordnordost über Frosten und Inderöen. Auch er schliesst sich an Synklinalen an. Innerhalb beider metamorphischer Züge, besonders aber innerhalb des östlichen, ist Granit in Gestalt kleiner Massive und Gänge eine sehr häufige Erscheinung; er tritt aber auch in nicht stark metamorphosirten Schiefern auf. Es erscheint daher wahrscheinlicher, dass beides, Granit und Metamorphismus, Folgeerscheinungen einer gemeinsamen Ursache sein dürften, als dass das Hervordringen des Granites die metamorphen Vorgänge veranlasst haben sollte.

Im Schlusswort wird hervorgehoben, wie sich durch die Annahme grosser Ueberschiebungen eine ganze Reihe verschiedenartiger und sich zum Theil scheinbar widersprechender Erscheinungen als Resultate eines einzigen grossen Processes auffassen lassen. Nur *eine* Schwierigkeit steht dieser Annahme entgegen, die nämlich, dass das Ausmass der erforderlichen Ueberschiebung so colossal ist, dass es alles derartige bis jetzt bekannte bei weitem übertrifft. Es mag aber daran erinnert werden, dass das Studium der Ueberschiebungen überhaupt noch recht jung ist, und es wäre deshalb ein merkwürdiger Zufall, wenn die schon jetzt sicher erkannten auch die möglichst grössten sein sollten. Die bisherige Erfahrung hat auch gelehrt, dass die fortschreitenden Untersuchungen zur Annahme immer grösserer Ueberschiebungen zwangen. Die ersten in den Alpen erkannten waren nur c:a 20 km; durch die Arbeiten von H. Schardt und Maurice Lugeon sind nunmehr für die Chablais-Region eine Ueberschiebung von wenigstens 50 km erwiesen. Wenn aber in einem jungen Kettengebirge wie die Alpen eine Ueberschiebung von 50 km hat zu Stande kommen können, dann kann kaum ein Einwand gegen eine

solche von zwei- oder dreifacher Grösse in einem uralten Falten-Gebirge erhoben werden. Vom jetzigen theoretischen Standpunkte aus ist die eine kaum leichter erklärbar als die andere, zumal da es sich ganz wohl denken lässt, dass in den früheren geol. Zeiten die Bedingungen für die Entstehung grosser Ueberschiebungen haben günstiger sein können, als in den späteren. Uebrigens dürfte die Grösse einer Ueberschiebung mehr eine Funktion der Zeit als der Kraft sein, denn die grösste Kraftentwickelung war gewiss die für die einleitenden Faltungen und Zerreissungen erforderliche. Nachher wurden die von einander losgerissenen Massen verhältnissmässig leicht über einander geschoben, wobei der entstehende Friktionsbrei, welchen wir jetzt in verhärtetem Zustande als Friktionsgestein erkennen können, gewissermassen als Schmiermittel diente. Wie weit sich die Ueberschiebung vollzog, hing dabei wesentlich davon ab, wie lange der tangentiale Druck, welcher den ganzen Process verursacht hatte, noch fortdauerte. Die Theorie der Ueberschiebungs-Mechanik ist noch sehr im Unklaren; wollen wir aber hoffen, derselben näher treten zu können, so müssen vor Allem die thatsächlichen Verhältnisse, wie die Natur sie uns bietet, vorurtheilsfrei studirt und dargelegt werden. Wenn die Natur uns zeigt, dass so grosse Ueberschiebungen wirklich vorkommen, so sind sie auch möglich, mögen sie uns immerhin noch so unerklärlich erscheinen.

Bihang I.

Om Th. Kjerulfs åsigter i fråga om sparagmitformationen och Trondhjemsfältet.

I det föregående hafva Kjerulfs åsigter i fråga om sparagmitformationen och Trondhjemsfältet blifvit vid många tillfällen anförda. Af dessa spridda omnämnanden torde dock den med den norska geologiska litteraturen mindre förtrogne ej kunna bilda sig en tydlig föreställning om Kjerulfs uppfattning af fjällgeologien, hvilken uppfattning hittills varit nästan allenarådande i Norge. Det torde derför vara lämpligt, att här i ett sammanhang göra en kort framställning af densamma. Detta är dock icke så lätt, ty Kjerulf var en mästare uti att uttrycka sig på ett orakelmässigt språk, och vid läsandet af hans arbeten stannar man derför mången gång i ovisshet om hans verkliga mening.

Sparagmitformationen. På sin första stora karta (1866) behandlade K. sparagmitfältet helt summariskt såsom ett enda sammanhängande helt, men redan i »Sparagmitfjeldet» (1872) söker han på vissa ställen utsöndra en yngre afdelning inom detsamma. I »Udsigten» och på öfversigtskartan af år 1877 genomför han denna utsöndring i fråga om sparagmitfältets sydligaste del, och han framhåller äfven, att Valders' blåkvarts (Blåkvartsetagen) ligger ofvanpå den öfre sparagmitafdelningen (Uds. 139). Såsom öfversta led i den undre sparagmitafdelningen vid Mjösen och i Österdalen ansåg han Birikalken och dess skiffrar, och han framhåller, att den undre afdelningen varit utsatt för denudation innan den öfre afsattes (Sparagm. 17).

I öfverensstämmelse med denna uppfattning indelar K. i »Udsigten» sparagmitfältet sålunda:

Blåkvartsetagen med tillhörende skifere (primordial);
Sandsten- og kvarts-etagen (sparagmitfjeldets övre afdeling);
Det dybe sparagmitfjeld (sparagmit-kvarts-fjeldet).[1]

Denna indelning öfverensstämmer fullkomligt med den, som jag senare kom till oberoende af K.[2] och utgående från — åtminstone delvis — andra stödjepunkter, men K. tillämpade den endast på sydligaste delen af sparagmitfältet; för detta fält i dess helhet lyckades han ej genomföra den. Han insåg visserligen, att den öfre sparagmitafdelningen äfven finnes nordligare; han omtalar den i Gausdal, der han dock lägger dess gräns under dervarande kalksten (Birikalk),[3] men han förmådde ej att följa och utskilja nämnda afdelning vidare norrut.

[1] Den äldsta afdelningen af »sparagmitfjeldet» hänför han uttryckligen till urberget. »Sparagmit-kvarts-fjeldet», säger han (Uds. 128), »er ikke gneisfjeld, men et azoisk, med brudstykkebergarter opskiktet grundfjeld,» och sid. 92 paralleliserar han direkt »gneis- eller grundfjeldet» å ena sidan med »sparagmitfjeldet» å den andra.

[2] Det kan måhända synas osannolikt, att min uppfattning af sparagmitfältet ej påverkats af Kjerulfs, som jag naturligtvis kände, men så var dock fallet, och det berodde derpå, att K. vid den kartografiska framställningen här, liksom i andra fall, gått tillväga på ett så inkonsekvent sätt (se t. ex. trakten N. om Giövik), att när jag började vandra genom sparagmittrakterna med hans kartor i hand, förtroendet till dessa snart försvann och dermed äfven förtroendet till K:s indelning, som jag sedan ej vidare bekymrade mig om. Först när mina undersökningar afslutats började jag åter studera Kjerulfs arbeten, och jag fann då med en viss öfverraskning, att åtskilliga af de åsigter jag kommit till redan uttalats af Kjerulf.

[3] I »Geologie d. Südl. Norwegens» (1857) uttalar K. den åsigten, att kalkstenarne vid Biri och Gausdal höra tillsamman (s. 49), men senare öfvergaf han denna uppfattning och ansåg kalkstenen i Gausdal ligga något högre än den vid Biri. Detta synes hafva berott derpå, att han — märkvärdigt nog — mera litade på konglomeraten såsom ledlager än på kalkstenarne. (»Med de grove konglomerater som ledende tråd følges det dybe sparagmitfjeld . . .» Uds. s. 117.) I Gausdal ligger nemligen det mäktigaste konglomeratet under, i Biri ofvanpå kalkstenen. Om Birikalken säger han dock, att den är »et af det dybe sparagmitfjelds orienterende led» (Udsigten 140). Såsom sådant begagnade han den dock blott i O—V:lig riktning.

Rondernes kvartsit synes han helst velat anse vara mycket gammal (Uds. 123), ty alla försök att skilja den från den röda sparagmiten hade varit fruktlösa. Den röda sparagmiten åter, Bellingens och Rendalssölens sparagmit, ansåg han ekvivalera den grå sparagmiten i Lillehammertrakten (Uds. 122, Stenriget og Fjeldlæren, 3:dje uppl. 250) och vara något af det aldra äldsta inom sparagmitfältet. Denna åsigt om den röda sparagmitens höga ålder synes hafva varit för K. något fundamentalt, hvars riktighet han aldrig ifrågasatte. Säkerligen föll de honom aldrig in, att den röda sparagmiten skulle kunna tillhöra den öfre sparagmitafdelningen och böra paralleliseras med t. ex. den röda sandstenen i Kletten, och häri ligger förklaringen, hvarför alla hans försök att utreda den inre delen af sparagmitfältet misslyckades. En del kvartsiter derstädes ville han nog gerna anse tillhöra den yngre afdelningen, men då han fann det omöjligt att skilja dem från den röda sparagmiten, så måste han uppgifva försöket. Han säger nemligen, Sparagm. 37: »Ligeledes ligger det tilskue, at det vil blive særdeles vanskeligt at udsondre et overliggende kvartsfjeld, uagtet al opfordring man dertil skulde have, thi uafladeligt vexle disse bergarter» (kvartsit och röd sparagmit).

Kvartsitfältet öster om Vinstervattnen (SO. om Jotunheimen) räknade KJERULF till sin »höifjeldskvartsit» och ansåg det således yngre än de omgifvande (siluriska) skiffrarne. Om Mellene och Skaget uttalar han sig dock något tveksamt; möjligen kunna de vara »et hævet ældre fjeld» (Uds. 165). Han medgifver emellertid, att gränsen mellan högfjällskvartsiten och sparagmitfältets kvartsiter ingalunda är klar. Härom säger han (Uds. 135): »I det jeg tidligere sögte at følge og afgrændse den sydfra kjendte höifjeldskvarts kom jeg uforvarende over grændsen, og alle forsög måtte følgelig misslykkes.» Jotunfjällens gabbromassor ansåg K. vara yngre än och genombryta högfjällskvartsiten, och de gneiser, som ofta uppträda närmast gabbron, uppfattade han såsom genom dennes inverkan kontaktmetamorfoserad högfjällskvartsit (Uds. 143).

När SCHIÖTZ närmare undersökt de först af HÖRBYE påvisade fossilförande lagren vid foten af Högberget i Klarelfdalen och funnit, att de stupa in mot detta bergs kvartsiter, samt på grund deraf utskilt ett kvartsitområde i trakten såsom en särskild afdelning (Kvitvolaetagen), hvilken han antog vara yngre än åtminstone undersilur, slöt sig KJERULF, ehuru motvilligt, till denna uppfattning och sammanställde Kvitvolaetagen med högfjällskvartsiten (jfr öfversigtskartan 1877). När emellertid MEINICH sedermera underkastade Högberget en förnyad undersökning och kom till det resultat, att de siluriska bildningarne derstädes ej underlagra kvartsiterna, utan äro sidolagrade med dem, återflyttade K. genast Kvitvolas kvartsit till sparagmiterna (Uds. 126, 129, 130).

KJERULF hade fästat mycken uppmärksamhet vid veckningarna, och han framhåller upprepade gånger, att den inom sparagmitfältet förherrskande nordliga stupningen lätt kan vilseleda i fråga om lagerföljden, i det att, i följd af der och hvar uppträdande tvära veck, ett och samma lager kan upprepade gånger återkomma. KJERULF talar ock flerestädes om inversioner och om att »de oprindeligt under og dybere liggende lag læne sig over de oprindeligt höiere liggende» (Sparagm. 6, Uds. 96), men han var säkerligen långt ifrån att ana tillvaron af stora öfverskjutningar. Derför förblef honom också åtskilligt i sparagmitfältets tektonik fullkomligt obegripligt. Om ögongneispartierna i Rendalen t. ex. säger han (Uds. 121): »Det er ikke let hverken at udskille eller tyde gneisfjeldpartierne», men då han af petrografiska skäl mycket riktigt insåg, att de borde tillhöra urberget, så ansåg han äfven, att de ovilkorligen måste ligga under sparagmiterna. För att nu i profilen åstadkomma detta t. ex. i fråga om Odtlougens gneis, tillgriper han en konstruerad förkastning i S. och en oriktig lagerstupning i N. (Uds. 144). Jag anför detta blott såsom ett exempel på hvarthän man kan drifvas af dessa trakters invecklade geologi, när man ej har öfverskjutningshypotesens nyckel till dess lösning.

I sina äldre arbeten, och ännu i »Sparagmitfjeldet», uppfattar KJERULF de graniter, som i Rendalen, Klarelfdalen, Engerdalen m. fl. ställen äro synliga under sparagmitaflagringarne, såsom gamla urgraniter, hvilka utgöra sparagmitformationens ursprungliga underlag. I »Udsigten» deremot har han en helt annan åsigt. Der betraktar han dessa graniter såsom yngre och anser dem hafva nedifrån smält sig in uti och delvis »opslugt» sparagmiterna (Uds. 137, 139, 141). Denna K:s förändrade åsigt torde emellertid ej hafva varit grundad på några nya iakttagelser rörande de nämnda graniterna, utan på de resultat han kommit till i fråga om Kristianiatraktens granitiska bergarter. Dessa hade han funnit hafva nedifrån inträngt i siluren, yngre än hvilken de gifvet äro, men hvilken de dock nu på stora sträckor bära, och han hade äfven iakttagit, att Trondhjemsfältets graniter uppträda på ett i viss mån analogt sätt. Den uppfattning han sålunda inom silurfälten vunnit i fråga om en underliggande granits förhållande till öfverliggande sedimentära bergarter syntes honom så tilltalande, att han

sökte gifva den en möjligast vidsträckt tillämpning. I fråga om sparagmiternas fotgraniter är denna tillämpning dock säkerligen ej riktig, såsom i det föregående är visadt. [1]

I öfverensstämmelse med sin nu omnämnda uppfattning af graniterna ansåg han ock (Uds. 137) Vigelens och Skarsfjeldenes porfyr (eller »helleflint», såsom han kallar den), äfvensom porfyrerna och porfyroiderna i Finlierne, vara uppkomna genom kontaktmetamorfisk inverkan af granit på sparagmitiska eller kristalliniskt skiffriga bergarter.

Om *Åreskiffrarnes* relation med sparagmiterna hade KJERULF i följd af de säregna förhållanden, under hvilka dessa bildningar uppträda till hvarandra i Norge, ej kommit till insigt. Derför blefvo ock dessa skiffrar af honom behandlade på ett något inkonsekvent sätt (jfr sid. 19). Mestadels hänförde han dem till »grundfjeldet», så t. ex. öfverallt V. om Trondhjemsfältet. Åreskiffrarne i Hummelfjeld och dess omgifningar, hvilka ligga mellan sparagmitfältet å ena sidan och Trondhjemsfältet å den andra, kunde han emellertid från sin ståndpunkt ej rimligtvis uppfatta såsom »grundfjeld»; dem fördelade han derför mellan sagda båda fält på det sätt, att amfibolitskiffrarne förlades till Trondhjemsfältet, det öfriga till sparagmitfältet. Den oegentlighet, som derigenom uppstod, såsom t. ex. i fråga om Hummelfjeld, nemligen att en del af hans »sparagmitfjeld» kom att ligga öfver en del af hans »Trondhjemsskiffrar», synes han ej hafva beaktat.

Trondhjemsfältet. På öfversigtskartan (1877) och äfven i »Udsigten» (1879) indelar KJERULF Trondhjemsfältets aflagringar i trenne afdelningar, sålunda:

Gula-skiferne;
Den midlere afdeling, indbefattet silur (konglomerat & sandstenrekken incl. siluriske etager 6, 5, 4);
Den ældre afdeling (Trondhjems- og Rörosskifer). [2]

Till den äldre afdelningen räknade han då jemte Rörosskiffrarne äfven skiffrarne kring Trondhjem, vid Levanger, på Inderöen m. fl. (se öfversigtskartan). Den »midlere afdeling» omfattade hufvudmassan af Störenskiffrarne samt alla konglomerat och sandstensbildningar (således Hovin-, Meraker- och Ekne-grupperna), äfvensom Höilandets aflagringar. Med »Gula-skifer» förstod KJERULF närmast den grå skifferzonen Ö. om Stören (Brekskiffer) men äfven samtliga skiffrarne i det metamorfiska stråket, hvilka han synes hafva ansett vara blott mer eller mindre starkt metamorfoserade former af den nämnda grå skiffern.

Denna indelning ansåg KJERULF sjelf dock långt ifrån säker och blott preliminär. I »Udsigten» säger han, sid. 176: »Uagtet disse 3 afdelinger synes i disse og mange andre profiler at lægge sig tilskue således over hverandre, kunde dog betragtningen gå ud fra et ganske andet standpunkt. Det blev i undersögelsens förste år hersteds forsögt, om den tilsyneladende överst liggende afdeling, Gula-skiferen, skulde kunne udsondres som ældre fjeld. Brudlinier og overskyvning måtte da formodes . . . Men undersögelserne i denne retning ledede ikke hidtil at stadfæste den vovsomme forudsætning, og Gula-skiferen får således tildeles den nu anviste plads . . . . Sålænge det ikke vises, at overskyvning finder sted på en linie fra Rennebu over Stören-snævringen og videre som oven nævnt, således at silur-etagerne kun skulde danne et rand-fjeld, men det indre felt være ældre, får vi beholde disse 3 afdelinger. I det ovenantydede tildfælde vilde der blive end flere afdelinger at opstille inden Trondhjem-feltet.»

I den riktning, som antydes i ofvanstående citat, utvecklade KJERULF ock under den vidare fortgången af undersökningarne sin indelning af Trondhjemsfältet, såsom framgår af färgskemata på de senare utgifna rektangelbladen och äfven af åtskilliga yttranden i »Merakerprofilet». Skiffrarne vid Trondhjem brötos ut från den »ældre afdelingen» och förenades med Störenskiffrarne ur den »midlere afdeling» till en ny grupp, »Trondhjem-Stören-gruppen». Återstoden af den »midlere afdeling» indelades i tvenne grupper, »Hovind-sandstenens gruppe» och »Höilandets gruppe». De båda sist nämnda förlades ofvanpå »Gula-skiferne», under det att Trondhjem-Stören-gruppens lager fortfarande placerades under desamma. Den indelning KJERULF då kom till blef alltså följande (se bladet »Melhus»):

Höilandets gruppe;
Hovind-sandstenens gruppe;

[1] Redan förut har BRÖGGER påvisat, att fotgraniten på Hardangervidda ej heller kan — såsom KJERULF äfven i fråga om den ville antaga — vara yngre än de öfverliggande skiffrarne (Lagfölgen på Hardangervidda, Kristiania 1893). Samme författare har äfven ådagalagt, att i Kristianiatrakten någon insmältning eller »uppslukning» af silurlagren i de granitiska bergarterna ej kan hafva egt rum (Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes, II). I detta arbete antyder BRÖGGER ock (s. 121, not), att KJERULF sjelf på sista tiden sannolikt ej vidare fasthöll vid sin uppfattning af fotgraniterna.

[2] Väsentligen samma indelning finnes redan på »Geologisk kart over Trondhjems stift» (1875).

Gula-skiferne;
Trondhjem-Stören gruppe;
Ældste Trondhjems lag (Rörosskiffrar).

Denna indelning representerar ett väsentligt framsteg i jemförelse med den äldre tredelningen, men förbättringen hade ej sträckt sig till Gulaskiffrarne. Dessas mångskiftande fält behandlades fortfarande såsom ett helt, och de förlades fortfarande ofvanpå Trondhjem-Stören-gruppen. Att KJERULF ej härutinnan företog någon ändring synes så mycket besynnerligare, som han på bladet »Melhus» ej intecknar (och ej kunde inteckna) några Gulaskiffrar vester om Störens skiffrar, mellan dessa och Hovingruppens lager, der de dock enligt hans lagerföljd borde hafva sin plats, men väl ett stort fält af dem på Störenskiffrarnes motsatta, östra, sida. Orsaken hvarför K. så envist fasthöll Gulaskiffrarnes (d. v. s. i främsta rummet de grå skiffrarnes Ö. om Stören) yngre ålder i förhållande till Störenskiffrarne, torde hafva varit det förtroende han hyste till profilen mellan Bjerkaker och Rennebu, der Störenskiffrar mycket tydligt och med temligen flack ostlig stupning underlagra den sydliga fortsättningen af de grå skiffrarne Ö. om Stören. Men detta lagringsförhållande beror på en af de i Trondhjemsfältets vestra del så vanliga inversionerna mot vester och är derför intet bevis för åldersföljden. KJERULF hade för öfrigt, såsom nämndt, sammanslagit så mycket under begreppet Gula-skiffrar, att dessa blefvo för honom ett stort, mäktigt formationsled, som han ej kunde återfinna under Störenskiffrarne i Trondhjemsfältets vestrand, och detta var en ytterligare orsak hvarför han måste bibehålla dem på den plats han ursprungligen gifvit dem öfver Störenskiffrarne. Och den platsen är äfven — såsom vi nu veta — riktig för *en del* af Gulaskiffrarne, ehuruväl ej för den del, från hvars lagringsförhållande K. utgick. Men hvarje försök att bestämma Gulaskiffrarnes plats måste naturligtvis stranda, så länge man ej uppdelat dem i deras komponenter, och dessa äro — enligt den i detta arbete följda indelningen — Brek-skiffrar, Singsås-gruppen, Selbu-skiffrar och Sul-skiffrar. Och i en sådan uppdelning af Gulaskiffrarne torde väl den nyckel ligga, som KJERULF anar skola finnas, när han om dem säger (Uds. 173): »Men her står dog mangt tvivlspunkt tilbage, og oversigten tör forandres, om det lykkes at finde en nögle».

I den mån undersökningarne fortgingo fick K. allt mer och mer blick för hur invecklad Trondhjemsfältets byggnad i sjelfva verket är. På öfversigtskartan (1877) betecknar han Trondhjemsfältets hela inre del såsom bildadt af dess yngsta afdelning; i »Udsigten» (1879) framkastar han en tanke om, att det inre möjligen kunde vara äldre än randpartierna.[1] Denna tanke utvecklar han något vidare i »Merakerprofilet» (1883). Här framhåller han ock starkare än någonsin tillförene huru veckade och omkastade Trondhjemsfältets lager blifvit. Sin uppfattning af Merakerprofilens tektonik sammanfattar han i följande ord (s. 109): »Således betegnes en viftestilling ved foldeforskyvningerne; i den vestre del af profilet helde disse glidnings flader mod öst, i den östre del derimod mod vest. Og ligeledes vende de liggende folder selv i den vestre delen af profilet mod öst, i den östre del af samme mod vest.»

I »Merakerprofilet» berör KJERULF äfven frågan om paralleliseringen mellan Trondhjemsfältets östra och vestra delar. Hommelvikens svarta skiffrar är han böjd att sammanställa med Merakersnævringens (s. 103) och Hommelvikens konglomerat med Kölihaugens. Men rörande denna fråga äro hans uttryck för öfrigt mycket sväfvande. Hvad t. ex. skiffrarne i Trondhjemsfältets metamorfiska stråk egentligen kunde vara, om Gulaskiffer eller något annat, derom undviker han att tydligt yttra sig, och derom hade han antagligen ej heller någon bestämd mening. Att KJERULF ej lyckades utreda denna och flera andra frågor beträffande Trondhjemsfältets invecklade geologi är ej heller att undra på, när man besinnar, att han under de senare åren af sin lefnad var i följd af vacklande helsa hindrad att i någon större utsträckning deltaga i fältarbetena och följaktligen måste till en väsentlig del grunda sin uppfattning på af andra gjorda observationer. Den som af egen erfarenhet vet hur svårt det är att tillgodogöra andras iakttagelser, och hur nödvändigt det derför är att sjelf icke blott se utan äfven kartlägga alla vigtigare områden, han förstår att uppskatta de svårigheter, under hvilka KJERULF på senare tiden arbetade, och måste beundra den aldrig tröttnande ihärdighet med hvilken KJERULF, trots dessa svårigheter, ständigt sökte att vidare utveckla sin uppfattning af fjällens geologi och verkligen lyckades föra den ett godt stycke framåt i rätt riktning.

[1] Se citatet föregående sida.

Bihang II.

Förteckning på efter år 1850 tryckta publikationer, som beröra det centrala Skandinaviens bergbyggnad.[1]

Förkortningar: G. F. f. Geologiska Föreningens i Stockholm förhandlingar; Bih. K. V. A. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens handlingar; Öfv. K. V. A. Öfversigt af Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens förhandlingar; Kr. V. S. F. Forhandlingar i Videnskabs-Selskabet i Kristiania; Kr. V. S. Sk. Skrifter udgivne af Videnskabs-Selskabet i Kristiania; N. G. U. Norges Geologiske Undersögelse; N. M. Nyt Magasin for Naturvidenskaberne; S. G. U. Sveriges Geologiska Undersökning.

BJÖRLYKKE, K. O.:

Graptolitförende skifere i Vestre Gausdal . . . . . N. G. U. Årb. 1891. 1.
Höifjeldkvartsens nordöstlige udbredelse . . . . . N. G. U. Årb. 1892 & 93. 60.
Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område . . . . . N. G. U. N:o 13.
Svar til D:r Törnebohm om kalkstenen ved Bål sæter . . . . . G. F. f. 16. 64.

BRÖGGER, W. C.:

Fossiler fra Öxna og Kletten . . . . . G. F. f. 2. 572.
»Andrarumskalk» vid Breidengen i Valders . . . . . G. F. f. 3. 193.
Fossiler fra det Trondhjemske . . . . . N. M. 21. 95.
Om Trondhjemsfeltets midlere afdeling mellem Guldalen og Meldalen . . . Kr. V. S. F. 1877, N:o 2.
Paradoxides-Ölandicus-nivået ved Ringsaker i Norge . . . . . G. F. f. 6. 143.
Lagfölgen på Hardangervidda og den så kaldte höifjeldskvarts . . . . . N. G. U. N:o 11.

BÄCKSTRÖM, H.:

Ueber den Rhombenporphyr aus dem Brummunthale in Norwegen . . . . Bih. K. V. A. 14. II, N:o 3
Om kvartskagelagren vid Gudå, Norge . . . . . G. F. f. 12. 209.

GETZ, A.:

Graptolitförende skiferzoner i det Trondhjemske . . . . . N. M. 31. 31.

GUMÆLIUS, O.:

Också ett bidrag till historiken öfver de geologiska undersökningarne i Sveriges fjälltrakter . . . . . G. F. f. 8. 383.
Svar på A. E. Törnebohms: Några erinringar o. s. v. . . . . G. F. f. 8. 521.
Ännu några ord i frågan om de geologiska undersökningarne i våra fjälltrakter G. F. f. 9. 133.

HAGEN, O. N.:

Reise i Meraker Sommeren 1881 og 1882 . . . . . N. M. 28. 46.

[1] Publikationer, som uteslutande behandla malmförekomster, äro ej upptagna.

HEDSTRÖM, H.:

Geologiska notiser från Dalarne. 3 & 4 . . . . . G. F f. 18. 65, 68.

HELLAND, A.:

Kromjernsten i Serpentin . . . . . Kr. V. S. F. 1873. 151.
Forsög på en geologisk diskussion . . . . . Arch. for Math. og Naturv. 6. 171.

HOLMQUIST, P. J.

Om diabasen på Ottfjället i Jemtland . . . . . G. F. f. 16. 175.

HÖGBOM, A. G.:

Om förkastningsbreccior vid den Jemtländska silurformationens östra gräns . G. F. f. 8. 352.
Om qvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och riksgränsen S. om Rogen . . . . . G. F. f. 11. 123.
(Se äfven G. F. f. 10. 12.)
Om kvartsit-sparagmitområdet i Sveriges sydliga fjelltrakter . . . . . G. F. f. 13. 45.
Iakttagelser rörande Jemtlands glaciala geologi med en inledande öfversigt af berggrunden . . . . . S. G. U. Ser. C. N:o 70.
Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län . . . . . S. G. U. Ser. C. N:o 140

HÖRBYE, J.:

Et Strög af Rigsgrændsen . . . . . N. M. 8. 385 & 11. 65.
Notitser om Thyldalen . . . . . N. M. 11. 220.

KJERULF, TH.:

Ueber die Geologie des südlichen Norwegens . . . . . N. M. 9. 193.
Bemærkninger til det geologiske kart over en del af Norge. Forh. ved Nat. forsk. mödet i Kjöbenhavn . . . . . 1860.
Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse der geol. Untersuchungen Norwegens (med en geol. öfversigtskarta öfver sydöstra Norge i skalan 1 : 1,500,000 . . . . . Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. 1862. 129.
Om et fund af fossiler ved Högberget . . . . . Kr. V. S. F. 1863. 198.
Geologisk kart over Det Söndenfjeldske Norge (skala 1 : 400,000). . . . . 1866.
Om konglomerater i det Trondhjemske skiferfelt . . . . . Kr. V. S. F. 1867. 90.
Om Sparagmit-kvarts-fjeldet. Forh. ved Nat. forsk. mödet i Kristiania . . 1868.
Jordbundskart over en del af Mjösens Omegn . . . . . 1870.
Grundfjeldet (med en geol. öfversigtskarta öfver »det sydlige Norge» i skalan 1 : 2,400,000). Universitetsprogram . . . . . 1870.
Om Trondhjems Stifts geologi (med en geol. karta i skalan 1 : 800,000) . . N. M. 18 h. 4.
Sparagmitfjeldet. Universitetsprogram . . . . . 1872.
Om Trondhjems Stifts geologi (med en geol. karta i skalan 1 : 800,000) . . N. M. 21. 1.
Geologisk oversigtskart over det sydlige Norge (skala 1 : 1,000,000). . . . 1877.
Om stratifikationens spor . . . . . Kr. Univ:s festskrift vid Ups. Univ:s Jubilæum 1877.
Om det sydlige Norges fjeldbygning (i Stenriget og Fjeldlæren, 3:dje udgave) 1878.
Udsigt over det sydlige Norges geologi . . . . . 1879.
Merakerprofilet . . . . . Kr. V. S. Sk. 1882. 63.
Beskrivelse af en række Norske bergarter. Universitetsprogram . . . . . 1891.

LINNARSSON, G.:

Om några försteningar i Sveriges och Norges primordialzon . . . . . Öf. K. V. A. 1871. N:o 6.
Anteckningar om kambrisk-siluriska lagerserien i Jemtland . . . . . G. F. f. 1. 34.
En egendomlig trilobitfauna från Jemtland . . . . . G. F. f. 2. 491.

MEINICH, L.:

Dagbog fra en reise i Trysil 1878 . . . . . N. M. 25. 12.
Dagbog fra en reise i Trysil 1879 . . . . . N. M. 26. 12.

MÜNSTER, TH.:

Dagbog fra en reise i Jotunfjeldene Juli 1882 . . . . . N. M. 28. 199.
Meddelelser om reiser i Mjösenegnene 1889 . . . . . N. G. U. Årb. 1891. 11.

MÖHL, H.:

Die Eruptivgesteine Norwegens . . . . . N. M. 23. 1.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSÖGELSE:

Rektangelbladen i skalan 1 : 100,000: Stenkjær, Skjörn, Levanger, Terningen, Trondhjem, Stjördalen, Meraker, Rindalen, Melhus, Selbu, Gausdal, Åmot, Giövik, Hamar. (Se för öfrigt KJERULF och REUSCH.)

REUSCH, H.:

Nogle af Merakerprofilets bergarter . . . . . Kr. V. S. Sk. 1882. 119.
Geologiske Optegnelser fra Valders . . . . . N. M. 28. 153.
Geologiske iakttagelser fra Trondhjems Stift 1889 . . . . . Kr. V. S. F. 1890. N:o 7.
En dag ved Åreskutan . . . . . N. G. U. Årb. 1891. 22.
Mellem Bygdin og Bang . . . . . N. G. U. Årb. 1892—93. 15.

SCHIÖTZ, O. E.:

Beretning om nogle undersögelser over Sparagmit-kvarts-fjeldet i den östlige del af Hamar stift . . . . . N. M. 20. 25.
Om Sparagmit-kvarts-fjeldet i den östlige del af Hamar stift . . . . . N. M. 27. 154.
Om nogle undersiluriske Levninger i den sydlige del af Sparagmit-kvarts-fjeldet . . . . . N. M. 27. 261.
Nogle Bemerkninger om Öiegneisen i Sparagmit-kvarts-fjeldet langs Rigsgrænsen . . . . . G. F. f. 10. 337.
Sparagmit-kvarts-fjeldet langs Grænsen i Hamar stift og i Herjedalen . . . N. M. 32. 1.
Om Öiegneisen i Sparagmitfjeldet . . . . . N. M. 34. 7.

SJÖGREN, A.:

Ett par gabbroarter från Jotunfjällen i Norge . . . . . G. F. f. 6. 370, 614.

SVENONIUS, F.:

Till frågan om förhållandet mellan »Vemdals-qvartsiten» och siluriska formationen inom södra delen af Jämtlands län . . . . . Öf. K. V. A. 1881. N:o 10.
Svar på D:r Törnebohms anmärkningar i fråga om Vemdalskvartsiten . . . G. F. f. 6. 212.
Några profiler inom mellersta Skandinaviens skifferområde . . . . . G. F. f. 7. 631.

TORELL, O.:

Bidrag till Sparagmitetagens geognosi och paleontologi . . . . . Lunds Univ:s Årsskr. Tom. IV.
Aflagringarne på ömse sidor om riksgränsen i Skandinaviens sydligare fjälltrakter . . . . . G. F. f. 10. 241.

TÖRNEBOHM, A. E.:

En geognostisk profil öfver den skandinaviska fjällryggen mellan Östersund och Levanger . . . . . Öf. K. V. A. 1872.
Ueber die Geognosie der schwedischen Hochgebirge . . . . . Bih. K. V. A. 1. N:o 12.
Några iakttagelser i trakten af Mjösen . . . . . G. F. f. 1. 9.
Om förekomsten af serpentin i Jemtland . . . . . G. F. f. 1. 29.
Några anmärkningar med anledning af Svenonii uppsats om »Vemdalskvartsiten» . . . . . G. F. f. 6. 179.
Om Vemdalskvartsiten och öfriga kvartsitiska bildningar i Sveriges sydliga fjälltrakter . . . . . G. F. f. 6. 274.
Om de geologiska svårigheterna vid riksgränsen . . . . . G. F. f. 7. 501.
Till historiken öfver de geologiska undersökningarne i Sveriges fjälltrakter . G. F. f 7. 669.

Några erinringar vid Hr .O. Gumælii uppsats: »Också ett bidrag till historiken öfver de geologiska undersökningarne i Sveriges fjälltrakter» . G. F. f. 8. 483.
Slutord i fråga om historiken öfver de geologiska undersökningarne i Sveriges fjälltrakter . . . . . G. F. f. 9. 49.
Om fjällproblemet . . . . . G. F. f. 10. 328.
Om högfjällskvartsiten . . . . . G. F. f. 13. 37.
Några notiser om Saalekinnen och dess närmaste omgifningar . . . . . G. F. f. 14. 20.
Om Sevegruppen och Trondhjemsfältet . . . . . G. F. f. 14. 27.
Om kalkstenen i Gausdal och om Birikalken . . . . . G. F. f. 15. 19.
Om kalkstenen vid Bål säter . . . . . G. F. f. 15. 529.
Om K. O. Björlykkes uppfattning af förhållandena vid Bål säter . . . . G. F. f. 16. 167.
Till frågan om högfjällskvartsiten och fjällens s. k. »yngre gneis» . . . . . G. F. f. 16. 661.
Grunddragen af Sveriges geologi, 2:a uppl. . . . . 1894.

VOGT, J. H. L.:

Om malmförekomster i Jemtland och Herjedalen . . . . . S. G. U. Ser. C. N:o 89.

WIMAN, C.

Ueber die Silurformation in Jemtland . . . . . Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. 1. N:o 2.

Förteckning öfver illustrationerna.

A. Figurer i texten.

Sid.

Fig. 1. Längdprofil genom södra delen af Dalarnes sandstensområde . . . . . 11.
» 2. Tvärprofil genom södra delen af Dalarnes sandstensområde . . . . . 11.
» 3. Profil öfver Mjölfjeld . . . . . 12.
» 4. Profil öfver Bratfjeld vid Lördalen . . . . . 13.
» 5. Tvärprofil öfver utspolningen vid Brattuggen . . . . . 14.
» 6. Profil öfver Opsalåsen och Korstadkampen . . . . . 23.
» 7. Profil från Lågen mot V. öfver Hestknappen . . . . . 23.
» 8. Profil öfver Evenvoldkampen . . . . . 25.
» 9. Kontakt mellan grå sparagmit och konglomerat i Evenvoldkampen . . . . . 25.
» 10. Profil efter östra sidan af Mjösen från Biskopåsen mot S. . . . . 26.
» 11. Profil efter östra Glommenstranden Ö. om Åsta . . . . . 30.
» 12. Kartskiss öfver trakten S. om Koppang station . . . . . 31.
» 13. Profil öfver höjden N. om Flatsæter . . . . . 34.
» 14. Profil från Trysilfjeld mot N. till Eltåen . . . . . 35.
» 15. Profil Ö. om Rogne kyrka . . . . . 39.
» 16. Profil efter Snödöla . . . . . 39.
» 17. Profil öfver Nordklet, SO. om Sollien . . . . . 40.
» 18. Skjæringfjeld . . . . . 40.
» 19. Profil efter Kletbæk, S. om Sollien . . . . . 40.
» 20. Profil V. vid Öv. Rendalen . . . . . 41.
» 21. Profil öfver Hoverken . . . . . 45.
» 22. Profil från Idre mot NO. till Städjan . . . . . 45.
» 23. Profil öfver »Håckla» . . . . . 47.
» 24. Profil från Husberget mot S. 47
» 25. Profil från Tjyvattnet mot NNV. till Erfjäll . . . . . 49.
» 26. Profil utefter Trondhjemsfjorden från Rissen till Stadsbygden . . . . . 55.
» 27. Profil från Malmagen mot NO. . . . . 57.
» 28. Profil från Gråsjön mot NV. . . . . 58.
» 29. Profil S. om Jufvelbottnen . . . . . 69.
» 30. Profil efter Tjalbæk . . . . . 70.
» 31. Skematisk profil till förklarande af Tennforsfältets byggnad . . . . . 74.
» 32. Profil öfver Börsevotta . . . . . 75.
» 33—36. Profiler öfver serpentinförekomster . . . . . 77.
» 37. Profil öfver Fåstenen . . . . . 78.
» 38. Profil från Brekkammen mot NO. . . . . 83.
» 39. Profil öfver Imsdalen, SO. om Snåsen . . . . . 83.
» 40. Profil öfver Borgåsen, NO. om Levanger . . . . . 83.
» 41. Profil utefter stranden från Levanger mot NV. . . . . 84.
» 42, a. Profil öfver södra delen af Ytteröen Ö. vid Nordviksund . . . . . 84.
» 42, b. Profil V. vid Nordviksund midt emot Ytteröen . . . . . 84.
» 43. Profil från Mostadsverket mot SO. till Selbu sjö . . . . . 85.

Sid.

Fig. 44. Profil vid Vordal i Åsen . . . . . 85.
» 45. Plan af en berghäll på Malberget . . . . . 86.
» 46. Kalkstenen vid Hellem plads . . . . . 87.
» 47. Profil NO. utmed Jonsvand . . . . . 88.
» 48. Höjden V. om Brenneplads, V. om Höilandets kyrka . . . . . 89.
» 49. Kalkstensvägg med brottstycken af grönsten . . . . . 89.
» 50. Profil genom nedre Stjördalen . . . . . 91.
» 51. Kontakt mellan konglomerat och sandsten i en bergvägg vid Gaua . . . . . 91.
» 52. Profil öfver Imsdals fjeld till S. Hægsjö . . . . . 93.
» 53. Profil från Malsåen öfver Fagerli fjeld till Strådalen . . . . . 94.
» 54. Profil öfver Bithammeren V. om Gudå station . . . . . 97.
» 55. Stuff från Bithammerens konglomerat . . . . . 98.
» 56. Profil öfver St. Kölihaugen . . . . . 101.
» 57. Kartskiss öfver Hermansnasen . . . . . 107.
» 58. Profil öfver Ottfjällets östra del . . . . . 110.
» 59. Profil från Murudalen mot NO. till Ottadalen . . . . . 114.
» 60. Diskordans i gneis . . . . . 115.
» 61. Vedulfsberget . . . . . 117.
» 62. Stuff af flasrig porfyr med bitar af oförstörd porfyr (Mullfjället) . . . . . 124.
» 63. Profil vid Gotvand . . . . . 126.
» 64. Profil från Kaxås till Berg i Offerdal . . . . . 129.
» 65. Profil vid Rötviken, SV. om Hotagens kapell . . . . . 130.
» 66. Veckad sparagmit vid Galberget . . . . . 132.
» 67. Profil öfver östligaste delen af Knallbergen . . . . . 133.
» 68. Högberget . . . . . 135.
» 69. Planteckning af ett parti ofvanför Husfloen . . . . . 135.
» 70. Kartskiss öfver trakten mellan Klarelfdalen och Engerdalen . . . . . 136.
» 71. Profil V. om L. Engersjö . . . . . 136.
» 72. Tvärsnitt af en stuff af kalksandstenen V. om Öv. Engerdalen . . . . . 137.
» 73. Skematisk profil i N—S. öfver partiet V. om Öv. Engerdalen . . . . . 137.
» 74. Profil efter Harrennen . . . . . 140.
» 75. Odtlougen . . . . . 141.
» 76. Kartskiss öfver södra delen af Valesjöberg och Androgåsen . . . . . 141.
» 77—79. Profiler till samma kartskiss . . . . . 142.
» 80. Profil vid Skaret (Ö. om Storsjön i Rendalen) . . . . . 142.
» 81. Profil öfver en udde S. om Skaret . . . . . 143.
» 82. Ögongneis med ljusa, finkorniga inlagringar . . . . . 144.
» 83. Profil öfver Fæforkampen mot SV. till foten af Espedalsfjällen . . . . . 145.
» 84. Fæforkampen, öfversta delen . . . . . 145.
» 85. Profil öfver Åreskutan . . . . . 147.
» 86. Profil från St. Rensjön mot Ö. till foten af Flanderstöten . . . . . 147.
» 87. Profil S. om Hålland . . . . . 148.
» 88. Profil SO. om Græssåmo . . . . . 148.
» 89. Hemkröken . . . . . 149.
» 90. Profil N. om Vauldalen . . . . . 150.
» 91. Profil N. om östra ändan af Vangsmjösen . . . . . 152.
» 92. Profil öfver Kroktjern, N. om Hotagen . . . . . 152.
» 93. Profil från St. Glucken till Storlien . . . . . 154.
» 94. Kartskiss utvisande de vigtigaste öfverskjutna områdena . . . . . 155.
» 95. Parti af en bergvägg vid Ilmandåens utlopp . . . . . 161.
» 96. Profil öfver Sålekinnen . . . . . 162.
» 97. Tvärsnitt af pressad sparagmit, 12 ggr. förstoradt . . . . . 164.
» 98. Kartskiss öfver trakten N. om Glöte . . . . . 165.
» 99. Profil från Svartåsen öfver Dykersberget till Finnsvedåsen . . . . . 165.
» 100. Vemdalskvartsit öfverlagrande ortocerkalk i Finnsvedåsen . . . . . 165.
» 101. Profil öfver norra sidan af Hofverberget . . . . . 168.
» 102. Profil från Strådalen till Sandfjället . . . . . 170.
» 103. Finnvålas profil sedd från Ö. . . . . 170.
» 104. Profil från Forsberget mot Ö. . . . . 171.

Sid.
Fig. 105. Profil S. om Grönningen, S. om Dufed . . . . . 171.
» 106. Söndersliten granitgång i skiffer något V. om Eidets station i Guldalen . . . . . 175.

B. Taflor.

Tafl. 1. Geologisk öfversigtskarta öfver Det Centrala Skandinavien i skalan 1 : 800,000.
» 2. Orienteringskarta öfver samma område i skalan 1 : 1,800,000.
» 3. Höjdkarta öfver samma område i skalan 1 : 1,800,000.
» 4. Profiltafla.

Anmärkningar till den geologiska kartan.

En icke oväsentlig svårighet, som mötte när konceptet till den föreliggande kartan skulle upprättas, var bristen på lämpligt kartografiskt underlag. Geografiska kartor, mer eller mindre goda, förefunnos visserligen öfver kartområdets alla delar, men de konnekterade ej alltid på ett tillfredsställande sätt och kunde derför ej utan vidare sammansättas till en enhetlig karta. Denna svårighet blef dock lyckligt öfvervunnen genom välvilligt tillmötesgående från de respektive officiela kartverken. Från Norges Geografiske Opmåling erhöll jag genom numera Generalmajoren A. ØVERGAARDs godhetsfulla förmedling kopior af dess delvis ännu blott i koncept föreliggande kartblad i skalan 1 : 400,000 till den omfattning, som var för ändamålet behöflig, och af Svenska Generalstabens Topografiska afdelning ställdes mig genom Professor P. G. ROSÉN till förfogande uppgifter rörande ett antal triangelpunkter inom Dalarne, Herjedalen och Jemtland, hvarigenom det blef mig möjligt att konnektera dessa landskaps kartor med hvarandra och med de norska. För det bistånd, som sålunda kommit mig till del, är det mig en kär pligt att här frambära min tacksamhet.

För trakter med så utpräglad topografi som de i fråga varande, skulle det naturligtvis varit önskligt, om kartan kunnat förses med en lämplig terrängmarkering, men så har af flera skäl ej kunnat ske. Godt material för en sådan finnes icke för kartområdets svenska del, men äfven om sådant funnits för det hela, skulle dock de ökade tryckningskostnaderna och ännu mer det synnerligast på kartor i liten skala framträdande menliga inflytande en terrängmarkering utöfvar på de geologiska beteckningarnes tydlighet, varit tungt vägande skäl mot en sådans anbringande. För att dock i någon mån ersätta kartans brist i sagda hänseende, hafva dels ett antal höjdsiffror utsatts, och dels har en liten höjdkarta bifogats, tafl. 3. Af höjdsiffrorna kunna dock icke alla betecknas såsom goda. De i Trondhjems Amt och Jotunheimen på norska sidan, och de, som gälla de högsta fjälltopparne (triangelpunkterna) på den svenska, äro resultat af nya mätningar, men flertalet af de öfriga äro grundade på äldre barometerbestämningar och kunna blott anses som approximativa. De hafva dock i brist af bättre medtagits, då de i alla händelser kunna anses tillfredsställande för det förevarande ändamålet, hvilket blott är att gifva ett allmänt begrepp om landets höjdförhållanden.

Endast ett jemförelsevis ringa antal namn har kunnat insättas på kartan, och har då företrädesvis valts sådana, som äro nämnda i texten, oberoende af deras vigt i öfrigt. Dock hafva långt ifrån alla i texten anförda namn kunnat å kartan utsättas, utan måste för dessas återfinnande hänvisas till publicerade geografiska kartor i större skalor. I allmänhet torde likväl kartans namnförråd, jemte de upplysningar den lilla orienteringskartan, tafl. 2., lemnar, vara tillfylles för den till textens förstående nödiga orienteringen.

Beträffande den geologiska bild kartan framställer må nämnas, att jag hufvudsakligen koncentrerat mitt arbete på kartområdets inre partier, der lösningen var att söka af de stora geologiska problem, hvilkas utredande var arbetets hufvudsyfte. Kartområdets randpartier åter äro — med ett och annat undantag, såsom t. ex. i Finlierne — utfyllda efter förut publicerade kartor. [1]

Vid valet af de geologiska färgbeteckningarne har afseende i främsta rummet fästats dervid, att de geologiska hufvuddragen skulle tydligt framträda. Att deremot en del smådetaljer ej blifvit fullt så läsliga som kunnat önskas, är en oundviklig följd af kartans lilla skala i förening med den inskränkning i färgernas antal, som af ekonomiska skäl påbjudits. En — så vidt mig bekant — nyhet i fråga om geologisk kartografi erbjuder kartan deruti, att de öfverskjutna områdena blifvit utmärkta genom en särskild beteckning. Den för detta ändamål anbragta streckningen har *ungefärligen* samma riktning som den, i hvilken öfverskjutningsrörelsen gått, men har naturligtvis ej kunnat lämpas efter dennes lokala vexlingar.

De på kartan utsatta stupningstecknen angifva genom tvärstreckets relativa längd stupningens ungefärliga lutning, i det att ju flackare denna är, desto längre är tvärstrecket. Tecknen hafva afseende på den mest framträdande parallelstrukturen, oberoende af om denna är primär lagring eller sekundär skiffrighet. Detta kan synas

[1] Kustlandet utanför Trondhjemsfjorden har dock ej blifvit utfylldt, ehuruväl äfven öfver det föreligga geologiska kartor, publicerade af Norges Geol. Undersögelse. Det lilla jag sjelf sett af detta kustland bibragte mig nemligen den åsigten, att sagde kartors geologiska framställning ej lämpligen kunde infogas i min öfversigtskarta.

inkonsekvent, men det fanns knappt något annat val för en karta i liten skala och för trakter, der förskiffring spelar en så stor rol, som här är fallet. Tillvägagåendet torde för öfrigt ej medföra någon praktisk olägenhet, enär i de fall, då både lagring och förskiffring samtidigt observerats, de väl ofta skilt sig något i fråga om grad, men sällan i fråga om riktning.

Oaktadt frågan om malmförekomsterna ligger på sidan om detta arbetes uppgift och ej heller blifvit berörd i texten, hafva dock de vigtigare grufvorna blifvit på kartan inprickade för att visa i hvilka formationsled malmer uppträda. Kopparfyndigheterna äro utmärkta med det vanliga kopparstecknet; kromjernfyndigheterna (Ö. om Röros) med ett snedt kors.

Färgschemat har anordnats så, att det icke blott lemnar en förklaring öfver färgbeteckningarne, utan äfven en öfverblick öfver formationsgrupperna och deras faciesutbildningar. Genom eruptivernas placering relativt till de sedimentära grupperna har deras ungefärliga ålder angifvits, dock har detta af utrymmesskäl ej kunnat fullt konsekvent genomföras. Af samma skäl har ej heller något försök gjorts att genom färgfältens relativa höjder angifva formationernas ungefärliga mäktigheter, något som för öfrigt den ännu mycket ofullständiga kännedomen om dessa i alla händelser knappast medgifvit.

Anmärkningar till profiltaflan.

För att fullständiga den bild af veckningarne och öfverskjutningarne, som kartan lemnar, hafva fem tvärprofiler i skalan 1 : 400,000 blifvit upprättade öfver de starkast veckade och öfverskjutna områdena (tafl. 4). Dessa profiler äro naturligtvis i viss mån skematiska — så är i regeln fallet med dylika stora profiler. De äro ock blott afsedda att framställa de stora geotektoniska hufvuddragen, sådana som jag uppfattat dem. För nödig tydlighets vinnande har höjdskalan måst tagas dubbelt så stor som längdskalan, och i följd häraf visa sig på profilerna en del stupningar för branta och en del mäktigheter för stora. Det senare är särskildt fallet med de öfverskjutna skollornas mäktigheter. Detta torde dock ej i väsentlig mån menligt inverka på den allmänna öfverblick, som profilerna äro ämnade att gifva.

På taflan äro profilerna ordnade i följd från N. till S. och så placerade under hvarandra, att deras analoga partier kunna med lätthet jemföras.

Till lättnad vid uppsökandet af profilsträckningarne hafva dessa blifvit utmärkta å orienteringskartan tafl. 2.

Innehåll.

Sid.

Inledning . . . . . 2.

Äldre undersökningar i fjälltrakterna, 2. Gången af författarens undersökningar, 5. Kartområdets omfattning och höjdförhållanden, 7. *Systemindelning*, 8.

Dalarnes sandstensgrupp eller Dalasandstenen . . . . . 10.

Södra delen af området, 10. Vestra delen af området, 12. Norra delen af området, 13. Mäktighet, 14. Diabaserna, 14. Utbredning och bildningsförhållanden, 16.

Sevegruppen (och kambrisk kvartsit) . . . . . 18.

Sevegruppens klastiska facies (sparagmitformationen) och kambrisk kvartsit . . . . . 19.

Petrografisk beskaffenhet, 19. Utbredning och ledlager, 21. *Trakten kring och vester om nedre Gudbrandsdalen och Mjösen*, 21. *Trakten kring Glommen på båda sidor om Renas inflöde*, 28. *Trakten kring Koppang*, 31. *Trakten mellan Rendalen och Klarelfdalen*, 32. *Trakten SO. om Jotunheimen*, 38. *Trakten kring Setningdalen (Sollien)*, 39. *Trakten kring Övre Rendalen och närliggande del af Glommendalen*, 41. *Trakterna kring Fæmundsjön och riksgränsen*, 43. *Dalarnes, Herjedalens och Jemtlands kvartsit- och sparagmitområden*, 44. *Öfverblick öfver sparagmitformationens och blåkvartsetagens sammansättning*, 49. *Sparagmitformationens förhållande till Dalasandstenen*, 51. *Sparagmitformationens och blåkvartsetagens mäktigheter*, 53.

Sevegruppens kristalliniska facies (Åreskiffrarne) . . . . . 54.

Åreskiffrarne kring Trondhjemsfjorden, 54. *Åreskutan och dess omgifningar*, 56. *Hummelfjeld och dess omgifningar*, 58. *Åreskiffrarnes förhållande till sparagmitformationen*, 59.

Några drag ur Sevegruppens bildningshistoria . . . . . 61.

Siluriska bildningar . . . . . 64.

Siluriska bildningar inom södra och östra delarne af kartområdet . . . . . 64.

Trondhjemsfältet . . . . . 70.

Roros skiffergrupp eller Rörosskiffrar . . . . . 71.

Rörosfältet, 72. *Tennforsfältet*, 73. *Rörosskiffrarne kring Trondhjemsfältet*, 74. *Ansättens fält*, 76. *Olivinsten och serpentin*, 76. *Tvifvelaktiga skifferbildningar*, 79.

Trondhjemsfältet i trängre bemärkelse . . . . . 79.

Vestra delen af Trondhjemsfältet . . . . . 80.

Brek-skiffer-gruppen, 83. *Stören-gruppen*, 85. *Hovin-gruppen*, 87. *Höilandets grupp*, 88. *Ekne-gruppen*, 90.

Östra delen af Trondhjemsfältet 92

Singsås-gruppen, 94. *Selbu-skiffer-gruppen*, 96. *Meraker-gruppen*, 98. *Sul-skiffer-gruppen*, 100.

Paralleliseringen mellan Trondhjemsfältets östra och vestra delar . . . . . 102.

Mäktigheter . . . . . 102.

Öfvergången mellan Trondhjemsfältet och Valders' silurfält . . . . . 103.

Några drag ur siluraflagringarnes bildningshistoria . . . . . 104.

Postalgonkiska eruptiver . . . . . 106.

Trondhjemsfältets eruptiver . . . . . 106.

Grönstenar, 106. *Graniter och porfyrer*, 108.

Postalgonkiska eruptiver utom Trondhjemsfältet . . . . . 110.

Granit, 110. *Ottfjällsdiabas*, 110.

Urberg och försiluriska eruptiver . . . . . 112.

Jotun, 112. *Hedalen*, 113. Vester om södra delen af Trondhjemsfältet, 115. *Ögongneisen*, 116. Vester och norr om norra delen af Trondhjemsfältet, 118. Jemtland, Herjedalen och Dalarne, 119. Graniten S. om sparagmitfältet och dess förhållande till detta, 120. Partier inom Seve-gruppens område, 121.

Sid.

Veckningar och öfverskjutningar . . . . . 125.

Veckningar . . . . . 125.

Öfverskjutningar . . . . . 127.

Den stora öfverskjutningen . . . . . 128.

Utliggare . . . . . 128.

Ansättens skolla, 128. *Landverk-skollan*, 131. *Fuda-skollan*, 131. *Frönberg-skollan*, 132. *Röa-skollan*, 133. *Kvitvola-skollan och dess omgifningar*, 134. *Koppang-skollan* 139. *Espedal-skollan och dess omgifningar*, 144. Sydligare skollor, 146.

Den stora öfverskjutningens hufvudskolla . . . . . 146.

Hufvudskollans ytterkant, 146. Öfverskjutningens fortsättningar mot SV. och NO., 151. *Den stora öfverskjutningens inre gräns*, 152.

Det öfverskjutna partiets bredd och mäktighet . . . . . 154.

Bredd, 154. *Mäktighet*, 157.

Om den öfverskjutna skollans konstruktion . . . . . 158.

Mindre öfverskjutningar . . . . . 159.

Mindre öfverskjutningar i den stora öfverskjutningens liggande . . . . . 160.

Sydost om Strömsvand, 160. Venebygden—Kvien, 160. *Sålekinnen* och dess omgifningar, 161. *Vemdalskvartsiten*, 164.

Mindre öfverskjutningar i den stora öfverskjutningens hängande . . . . . 170.

Öfverskjutningar mot vester . . . . . 171.

Metamorfismen . . . . . 173.

Slutord . . . . . 176.

Résumé (in deutscher Sprache) . . . . . 178.

Bihang I. **Om Th. Kjerulfs åsigter i fråga om sparagmitformationen och Trondhjemsfältet** . . . . . 198.

Bihang II. *Förteckning på efter år 1850 tryckta publikationer, som beröra det centrala Skandinaviens berggrund* 202.

Förteckning öfver illustrationerna . . . . . 206.

Anmärkningar till den geologiska kartan . . . . . 209.

Anmärkningar till profiltaflan . . . . . 210.

Geologisk Öfversigtskarta
öfver
Det Centrala Skandinavien
af
A. E. TÖRNEBOHM.

Kongl Vet Akad Handl Bd 28, N:o 5

De stärnde siffrorna angifva höjd öfver hafvet i meter; till en stor del kunna de dock blott anses såsom approximativa. De lutande siffrorna vid riksgränsen äro riksrösenummer

Skala 1: 800000.

0 10 20 30 40 50 Kilometer

Snåsen
Stod
STENKJER
Beitstaden
Beitstad Fj
LEVANGER
Trondhjems Fj
TRONDHJEM
Strinden
Stjördalen
Meldalen
Rennebu
Selbu
Tydalen
Foldalen
Fossen
Ytterdalen
Ljusnedal
Ljusnan
RÖROS
Tolga
Tylldalen
Rendalen
Aasta
Aamot
Storsjön
OSTERSUND
Kullsjön
Indalselfven
Hallen
Dunsjön
Ljusnan
Hede
Sarna
Ljusnan
Ytterhogdal
Ljusnan
Ljusnan
Ljusnan

ORIENTERINGSKARTA

Fotolit. Gen. Stab. Lit. Anst. Stockh.

HÖJDKARTA

Fotolit. Gen. Stab. Lit. Anst. Stockh.

Tvärprofiler genom Trondhjemsfältet och de öfverskjutna områdena.

(Se orienteringskartan tafl 2)

Profil 1.

Profil 2

Profil 3.

Profil 4.

Profil 5.

Profilernas längdskala är 1:400000
höjdskala „ 1:200000

Bokstafsbeteckningarnes betydelse:

D.	Diabas	m.	Meraker gruppen
t.	Gronsten	r.	Rotvos skiffer
Gg.	Gneisgranit	s.r.	Selbu skiffer
G.	Granit	st.	Singsås gruppen
P.	Porfyr	sp.	Öfre sparagmitafd.ⁿ
bi.	Biri etagen	st.	Stören gruppen
q.	Blakvarts	su.	Sulskiffer
br.	Brek skiffer	t.	Det största öfre Afsättningsplanet
d.	Dalasandsten	t.	Mindre öfverskjutningsplan
e.	Ekne gruppen	u-p.	Undre sparagmitafd.ⁿ
qu.	Kvarts	v.	Vemdalens fyllit
q.	Hovin gruppen	a.	Åreskiffrar
ho.	Hoitandets grupp	ö.	Ögongnejs
k.	Kalksit	ö.s.	Öfversilur

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 6

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE SPECTRA DER METALLE

IM

ELECTRISCHEN FLAMMENBOGEN

III. COBALT UND NICKEL

VON

B. HASSELBERG.

MIT 3 TAFELN

DER KÖNIGL. SCHWEDISCHEN ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN VORGELEGT DEN 11 MÄRZ 1896.

STOCKHOLM, 1896.
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Bei meinen Untersuchungen über die Spectra der Metalle im electrischen Flammenbogen habe ich nach Erledigung derjenigen des Chroms und Titans mich zunächst dem Cobalt und Nickel zugewandt. Die gleichzeitige Behandlung dieser beiden Metalle empfielt sich aus dem Grund, weil bei der nahen Verwandtschaft derselben und der davon bedingten unvermeidlichen Verunreinigung des Einen durch das Andere, es schon von vornherein erwartet werden konnte, dass den beiden Spectra eine bedeutende Anzahl Linien gemeinschaftlich sein würde. Diese Vermuthung hat sich auch völlig bestätigt; zugleich hat es sich aber auch herausgestellt, dass die Trennung dieser Linien von einander wesentlich weniger Schwierigkeit geboten hat, als ich anfangs erwartete, weshalb auch die Fälle, in denen in dieser Beziehung Zweifel noch bestehen, nur in verhältnissmässig geringer Anzahl vorhanden sind.

Von älteren Untersuchungen auf diesem Gebiete der Spectroskopie sind was Cobalt betrifft zunächst diejenigen von KIRCHHOFF[1] und HUGGINS zu erwähnen.[2] In beiden Fällen wurde zur Erzeugung des Spectrums der Inductionsfunken benutzt, weshalb auch, namentlich bei KIRCHHOFF, nur die Hauptlinien haben beobachtet werden können. Dasselbe gilt von den KIRCHHOFF'schen Beobachtungen des Nickels. Da ferner, wie es in jener Zeit nicht anders sein konnte, die Beobachtungen nach einer willkürlichen Skala gegeben sind, von welcher eine Reduction auf Wellenlängen mit der erforderlichen Genauigkeit sich nicht bewerkstelligen lässt, so ist ein Anschluss derselben an die hier mitzutheilenden Bestimmungen nicht durchzuführen. In dieser Hinsicht stellen sich die Verhältnisse in Betreff der kurz nachher von THALÉN[3] angestellten Untersuchungen erheblich günstiger. Freilich beziehen sich auch diese nur auf eine geringe Anzahl von Hauptlinien; durch den Umstand aber, dass diese Linien dem ÅNGSTRÖM'schen Wellenlängensystem direct angeschlossen sind wird eine Ueberführung der erhaltenen Wellenlängen auf das ROWLAND'sche System und dadurch auch eine zuverlässige Vergleichung mit den entsprechenden Werthen meines Catalogs ermöglicht. Das Resultat dieser Vergleichung ist, wie man weiter unten finden wird, demjenigen ähnlich, welches aus der Vergleichung unserer Beobachtungen des Titans sich ergeben hat, indem nämlich die THALÉN'schen Bestimmungen eine Genauigkeit besitzen, welche bei spectroskopischen Beobachtungen jener Zeit sonst nirgends zu finden sein dürfte.

[1] Abhandl. d. Berlin. Academie 1861.
[2] Phil. Trans. 1864, P. 139.
[3] Nova Acta Upsal. III Ser. Vol. VI. 1868.

Diese Untersuchungen, wenn zu denselben noch einige von Ångström und Thalén[1] im electrischen Flammenbogen beobachtete Hauptlinien, sowie theils einige vereinzelte Beobachtungen von Schuster[2], theils einige wenige von Lockyer[3] für das kleine Gebiet λ 4000—3900 photographisch erzielte Bestimmungen hinzugefügt werden, enthalten Alles im sichtbaren Theil der beiden Spectra bisher Bekannte.[4] Was die ultravioletten Spectraltheile betrifft hat zunächst Cornu[5] bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über das Sonnenspectrum einige Hauptlinien des Nickels festgelegt; eine systematische Durchmusterung des ganzen Ultravioletten Theils, sowohl für Cobalt wie für Nickel, wurde indessen erst im Jahre 1888 von Liveing und Dewar[6] veröffentlicht. Bei dieser Untersuchung wurden die Wellenlängen einer grösseren Anzahl Hauptlinien der beiden Spectra mit Hülfe eines Rowland'schen Plangitters, dessen Constante durch Messung der Deviation der E-linie des Sonnenspectrums in Verbindung mit dem Ångström'schen Wellenlängenwerthe dieser Linie erhalten war, direct bestimmt und die übrigen Metall-linien mit Hülfe derselben auf Aufnahmen im prismatischen Spectroskop festgelegt. Die erhaltenen Werthe schliessen sich demnach dem Ångström'schen Wellenlängensystem direct an. Die Reduction auf das Rowland'sche System durch Multiplication mit dem Factor 1.00016 (nach Rowland) bringt, wie weiter unten gezeigt werden soll, dieselben mit den meinigen in eine recht befriedigende Uebereinstimmung.

Da in Betreff der Herstellung und Ausmessung der Spectralaufnahmen, sowie hinsichtlich der Ableitung der Wellenlängen Alles nöthige in meinen früheren Untersuchungen des Chroms und Titans mitgetheilt worden ist, so kann ich hier ohne weiteres zur Frage von der Eliminirung fremder Linien übergehen. Das dabei benutzte Verfahren habe ich ebenfalls bei früheren Gelegenheiten dargelegt sowie auch die Schwierigkeiten hervorgehoben, welche der Erreichung eines in jeder Beziehung befriedigenden Resultats z. Z. noch entgegenstehen. In ganz besonderer Weise wird dies wegen des grossen Linienreichthums bei den Vergleichungen mit Eisen fühlbar, um so mehr als das wahre Spectrum dieses Metalls trotz der umfassenden Untersuchungen von Kayser und Runge noch bei weitem nicht als bekannt angesehen werden kann. In der That habe ich die bei Gelegenheit meiner Messungen der Spectra des Chroms und Titans gemachten Erfahrungen auch hier vollständig bestätigt gefunden, nämlich dass das Eisenspectrum von Kayser und Runge in hohem Grade durch fremde Linien verunreinigt ist, von denen ein bedeutender Theil mit der grössten Leichtigkeit hätte erkannt und entfernt werden können. So z. B. sind darin eine ganze Menge Linien des Chroms, Titans, Cobalts und Nickels enthalten, und vom Spectrum des Mangans kommen in demselben, wie gleich weiter unten gezeigt werden soll, sämmtliche Hauptlinien fast ohne Ausnahme vor. Sogar die im electrischen Flammenbogen zwischen Kohlenelectroden nie fehlenden beiden Linien des Aluminiums 3961.68, 3944.16 sind mit als Eisenlinien aufgenommen. Ähnliche Resultate, obwohl wahrscheinlich

[1] Ångström, Recherches sur le Spectre solaire. 1868.
[2] Watts, Index of Spectra. 1889.
[3] Phil. Trans. 1881, P. III.
[4] Während der Abfassung dieser Abhandlung sind von Rowland zahlreiche Bestimmungen von Cobalt- und Nickellinien in seinen Tafeln des Sonnenspectrums veröffentlicht worden. Vergl. The Astrophysical Journal 1895.
[5] Spectre normal du Soleil. 1881.
[6] Phil. Trans. Vol. 179. 1888.

in geringerem Grade, wird ohne Zweifel eine Vergleichung mit anderen Metallen ergeben. Dieser Umstand hat mich dazu bewogen auch hier directe Vergleichungen mit eigenen Aufnahmen des Eisenspectrums anzustellen in der Hoffnung dadurch eine möglichst zuverlässige Eliminirung der Eisenlinien aus meinen Spectra zu erreichen. Soweit sich die Verhältnisse bisher übersehen lassen, ist die noch übriggebliebene Anzahl zweifelhafter Fälle kleiner als von Anfang an hätte erwartet werden können.

VERGLEICHUNGEN DES COBALTSPECTRUMS MIT DEN BISHER BEKANNTEN SPECTRA ANDERER METALLE.

Cobalt und Eisen.

Die Mehrzahl der auf meinen Aufnahmen des Cobaltspectrums vorkommenden Eisenlinien wurde schon bei der ersten Durchmusterung durch gleichzeitige Vergleichung mit Aufnahmen des Eisenspectrums erkannt und beseitigt. Entsprechend dem grösseren Linienreichthum des KAYSER-RUNGE'schen Eisenspectrums, sei es nun dass diese Linien dem Eisen wirklich gehören oder, wie es in sehr ausgedehntem Masse ganz sicher der Fall ist, auf Verunreinigungen beruhen, liess sich ähnlich wie bei Chrom und Titan auch hier beim Vergleich unserer Cataloge eine bedeutende Anzahl angenäherter Coincidenzen nachweisen, über deren Realität erst eine für jeden einzelnen Fall vorgenommene genaue Untersuchung auf besonderen Doppelaufnahmen der beiden Spectra entscheiden konnte. In der folgenden Tabelle sind diese angenäherten Coincidenzen nebst den Resultaten der näheren Untersuchung derselben zusammengestellt.

Co		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
5457.72	1	57.78	1.2	Fe fehlt. Die Linie gehört Mn.
07.74	2.3	07.80	1	Fe fehlt.
5383.56	1.2	83.56	6	Coinc. Gehört Fe.
77.98	1	77.94	1.2	Fe fehlt.
65.05	1	65.08	3	Vielleicht getrennt und $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$
62.96	3	62.96	1.2	Fe fehlt
53.69	3	53.59	3	Getrennt. Eisenlinie unbedeutend
47.68	2	47.68	1	Fe fehlt.
44.79	1.2	44.70	1	
41.53	2	41.55	1	
16.96	2	16.91	1.2	
5268.72	2.3	68.79	1	
66.71	3	66.78	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
57.81	2.3	57.83	1	Fe fehlt.
22.71	1.2	22.70	1	Fe fehlt.
18.42	2	18.34	1.2	Fe Spur. Wahrscheinlich $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$
12.87	2.3	12.91	1	Fe fehlt.

Co		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
5153.43	1.2	53.34	3	Fe fehlt.
42.65	1.2	42.69	2	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
33.65	3	33.70	5	Getrennt.
26.37	2.3	26.37	1	Fe fehlt.
05.73	2	05.72	5	Coinc. Eisenlinie hier unbedeutend.
5022.36	1.2	22.41	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
13.46	1	13.54	1	Fe fehlt.
07.48	1.2	07.56	2	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
4968.09	1.2	68.03	1	Coinc.?
42.56	1	42.57	1	Fe Spur. Coinc.?
4855.85	1	55.86	1	Fe fehlt.
40.41	4.5	40.48	1	Fe Spur, scheint getrennt von Co.
4766.57	2	66.62	2	Co fehlt auf d. Vergleichsplatte. Gehört Mn.
66.03	2	66.04	1	Gehört Mn.
62.54	2.3	62.54	1	Von Co hier kaum Spur. Gehört Mn.
61.68	1.2	61.72	1	Co fehlt. Gehört Mn.
54.23	3	54.22	3	Coinc. Gehört Mn.
49.89	4.5	49.83	1	Fe Spur. Wahrscheinlich $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
39.28	1.2	39.32	1	Coinc. Gehört Mn.
09.88	1.2	09.89	1	Coinc. Gehört Mn.
09.26	1	09.24	3	
4698.60	3	98.56	1	Fe fehlt.
80.62	1.2	80.55	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
51.28	1.2	51.33	3	Fe fehlt.
34.94	1	34.98	1	Fe fehlt.
29.47	4.5	29.50	1	Fe fehlt.
4581.76	5	81.72	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
64.98	1.2	64.93	2	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
46.14	2.3	46.19	1	Fe fehlt.
34.18	4	34.19	1	Fe fehlt.
28.12	2.3	28.05	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
26.70	1.2	26.72	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
25.97	1.2	26.05	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
24.88	1.2	24.97	2	Fe fehlt.
02.38	1.2	02.37	1	Co schwach, Coinc. Gehört Mn.
4492.85	1	92.90	1	Fe kaum Spur. Coinc.? Co-lin. vielleicht ein Ghost.
90.24	1.2	90.25	3	Coinc. Gehört Mn.
81.76	1	81.78	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
77.36	1.2	77.43	1	Fe fehlt.
71.96	2	72.00	1	Coinc.
65.95	1.2	66.02	1	Coinc.?
62.16	1.2	62.17	3	Co fehlt. Gehört Mn.
45.21	2	45.21	1	Fe fehlt.
33.38	1	33.38	3	Co fehlt. Gehört Fe.
31.55	1	31.49	1	Coinc.?
21.48	2.3	21.43	1	Fe fehlt.

Co λ	Co i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen
4416.63	1.2	16.62	1	
4392.02	2.3	92.01	1	Fe fehlt.
91.70	3	91.74	1	
91.08	1	91.15	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
88.53	1	88.63	1	Co fehlt. Fe-lin. bedeutend stärker als bei K. R.
88.02	2	88.07	3	Co. v. Fe schwach. Coinc.?
79.37	1.2	79.42	2	Fe fehlt.
75.09	2.3	75.12	1	Fe fehlt.
73.77	3	73.73	2	Getrennt $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
60.98	1.2	60.97	1	Coinc.
57.05	2	57.00	1	Getrennt $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
51.69	1	51.73	3	Co fehlt. Gehört Fe.
09.55	2	09.56	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
03.37	2.3	03.31	1	Fe zweifelhaft.
01.22	1.2	01.22	1	Fe fehlt.
4298.15	1.2	98.22	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
92.40	2	92.42	2	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
81.23	1	81.30	1	Coinc. Intensität d. Co-lin. var. Gehört Mn.
48.36	1.2	48.41	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
35.46	1.2	35.46	2	Coinc. Fe-lin. sehr schwach. Gehört Mn.
20.43	1.2	20.50	3	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
4198.56	1.2	98.48	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
71.02	2	71.05	5	Coinc.? Möglicherweise $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
62.33	2.3	62.25	1	Fe fehlt.
21.47	4.5	21.56	1	Fe fehlt.
4096.08	2	96.12	5	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Co}$.
83.76	1.2	83.76	3	Gehört Mn.
83.10	1.2	83.09	3	Gehört Mn.
79.58	1.2	79.56	2	Gehört Mn.
79.39	1.2	79.38	2	Gehört Mn.
76.72	2	76.78	5	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
58.34	2.3	58.36	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
49.42	1.2	49.46	1	Möglicherweise getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
40.75	1.2	40.80	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
34.62	3	34.65	4	
33.21	3.4	33.22	4	Coinc. Gehören alle Mn.
30.90	3.4	30.90	4	
23.53	1.2	23.57	1	Fe fehlt.
11.07	1	11.11	1	Coinc.?
3995.44	4.5	95.40	1	Co.
75.47	1.2	75.39	1	Getrennt, $\lambda_{Fe} < \lambda_{Co}$.
74.86	3	74.87	1	Coinc. Gehört Co.
41.01	2.3	41.04	4	Coinc.
25.32	2	25.37	1	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
3894.21	5	94.15	2	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
3893.44	1.2	93.53	3	Getrennt.

Co λ	Co i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen
3878.90	2	78.88	5	Coinc.
50.25	1.2	50.17	5	Getrennt.
45.60	4.5	45.64	1	Fe Spur. Gehört Co.
16.58	2.3	16.54	3	Getrennt. Fe-lin. liegt zwischen Co 16.58 16.46.
05.90	1.2	05.88	1	Fe Spur.
3777.65	2	77.62	2	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
40.32	1.2	40.28	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
32.53	3	32.60	4	Coinc. Ob nicht für Fe 32.50 zu lesen ist?
30.61	2.3	30.59	3	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
07.61	2	07.66	1	Fe fehlt.
3693.27	2.3	93.22	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
90.87	2	90.92	2	
86.63	1.2	86.71	1	Fe fehlt.
83.18	3.4	83.24	1	Coinc. Fe-lin. stärker als bei K. R.
70.20	1.2	70.26	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
58.05	1.2	58.13	1	Eine schwache Fe-lin. scheint coinc. Ob mit 58.13 identisch?
49.47	3	49.50	1	Coinc. Fe-lin. stärker als bei K. R.
45.60	1.2	45.69	1	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
45.36	2	45.28	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
37.48	1.2	37.45	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
36.88	2	36.79	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
34.85	2.3	34.86	1	Coinc. Fe-lin. stärker als bei K. R.
27.95	3.4	27.97	1	Fe fehlt.
24.47	2	24.52	1	Coinc.
15.55	2	15.47	1	Fe-lin. zweifelhaft.
04.61	2	04.60	1	Coinc.
3599.27	2	99.36	1	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
87.30	5	87.40	1	Getrennt.
85.92	1.2	85.90	3	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
84.92	2	84.84	3	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
82.00	2	82.00	1	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
75.48	3.4	75.55	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
64.25	2	64.28	1	Fe fehlt.
53.28	1.2	53.35	1	Fe fehlt.
29.92	4.5	29.96	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
25.97	1.2	26.03	1	Fe fehlt.
23.00	2	23.03	1	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
20.20	3	20.20	1	Fe fehlt.
12.77	3.4	12.84	1	Fe fehlt.
10.52	3.4	10.58	3	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
09.97	3.4	10.00	2	Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Fe}$.
06.43	4	06.45	1	Fe fehlt.
05.28	1.2	05.21	2	Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Fe}$.
02.40	4.5	02.41	1	Fe fehlt.
3489.55	4	89.55	1	Fe fehlt.
85.50	3.4	85.48	3	Coinc.

Co		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
3478.70	2	78.75	2	
78.02	2	77.99	2	Die Fe-lin. so schwach, dass über Coincidenz nichts zu entscheiden ist.
76.50	1.2	76.45	1	
76.16	1.2	76.23	1	
74.16	4	74.20	1	Fe fehlt.

Die von KAYSER und RUNGE gegebenen Intensitäten der Eisenlinien sind hier so gut es möglich gewesen auf meine Skala reducirt. Man ersieht zunächst, dass von den hier verzeichneten Linienpaaren etwa ein Drittel in Wirklichkeit um kleine aber jedoch deutlich erkennbare Beträge von einander getrennt sind. Ein zweiter Drittel umfasst diejenigen Fälle, in denen auf meinen Aufnahmen des Eisenspectrums die betreffenden Linien fehlen und eine Entscheidung über Coincidenz oder Nichtcoincidenz demnach nicht zu treffen ist. Ich glaube indessen nicht viel zu irren wenn ich die Mehrzahl derselben als Verunreinigungen des KAYSER-RUNGE'schen Eisenspectrums bezeichne, im Falle einer wirklichen Coincidenz durch Cobalt, sonst durch irgend ein anderes Metall. In Anbetracht der Intensitätsverhältnisse wird dieser Schluss im wesentlichen bestehen bleiben, mag das Fehlen derselben auf meinen Aufnahmen auf eine grössere Reinheit des von mir benutzten Eisens beruhen oder durch Anwendung eines schwächeren Stroms bedingt sein. Im Uebrigen trifft man als Verunreinigung in beiden Spectra eine Anzahl der Hauptlinien des Mangans. Diese Manganlinien bilden nur ein Theil der im KAYSER-RUNGE'schen Eisenspectrum vorkommenden Linien dieses Metalls, indem von denselben eine nicht unbedeutende Anzahl schon bei der ersten Vergleichung mit Eisen aus meiner Liste der Cobaltlinien gestrichen worden sind. Weiter unten bei der Vergleichung des Cobalts mit Mangan werden diese Linien wieder vorkommen.

Von den übrigen Linienpaaren, deren Glieder nicht haben getrennt werden können, scheinen die folgenden beiden Metallen gemeinsam zu sein:

λ	i	
	Co	Fe
3941.01	2.3	4
3732.53	3	4
3485.50	3.4	3

während aus dem Cobaltspectrum als dem Eisen gehörig die folgenden Linien entfernt worden sind:

λ	i Co	Fe
5383.56	1.2	6
4433.38	1	3
4351.69	1	3
3878.90	2	5

Als zweifelhaft bleiben die folgenden Linien übrig:

λ	i Co	Fe	λ	i Co	Fe	λ	i Co	Fe
5365.05	1	3	4388.53	1	1	3624.47	2	1
5105.73	2	?	88.02	2	3	04.61	2	1
4968.09	1.2	1	60.98	1.2	1	3478.70	2	2
42.56	1	1	4011.07	1	1	78.02	2	2
4471.96	2	1	3805.90	1.2	1	76.50	1.2	1
31.55	1	1	3690·87	2	2	76.16	1.2	1

Von diesen Linien würde die erste, falls sich die Coincidenz als genau erweisen sollte, als eine Eisenlinie aus dem Cobaltspectrum zu streichen sein. Dasselbe wird in Bezug auf der zweiten Linie ebenfalls der Fall sein, falls die von KAYSER und RUNGE angegebene Intensität correct ist. Vorläufig habe ich indessen die Linie beibehalten, weil auf meinen Aufnahmen des Eisenspectrums dieselbe nur eine ganz unbedeutende Intensität besitzt.

Cobalt und Titan.

Bei erneuertem Durchsehen der zwischen diesen beiden Spectra angestellten Vergleichungen habe ich die folgenden Linien gefunden, die mit einiger Wahrscheinlichkeit beiden Metallen zuzuschreiben sein dürften:

λ	i Co	Ti
5369.78	3	2.3
4928.48	3	2.3
4778.42	2.3	2.3
4629.47	4.5	2.3
4534.18	4	2.3

während die folgenden Linien noch zweifelhaft erscheinen:

λ	i	
	Co	Ti
3898.64	2	2
90.16	1.2	1.2
3613.90	1.2	2
09.46	1.2	1.2

Cobalt und Nickel.

Wie zu erwarten war, ist die Anzahl der Linien mit identischer Lage in diesen beiden Spectra eine recht bedeutende. Bei genauer Untersuchung der Doppelaufnahmen derselben haben sich die in der folgenden Tabelle enthaltenen Resultate ergeben:

Co		Ni		Gehört	Bemerkungen
λ	i	λ	i		
5483.56	1	83.63	1	Co	Möglicherweise $\lambda_{Co} < \lambda_{Ni}$.
53.60	1	53.56	1		Wahrscheinlich getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Ni}$.
5137.28	1	37.23	4	Ni	
15.56	1	15.55	4	Ni	
5081.31	1.2	81.30	5	Ni	
80.70	1.2	80.70	5	Ni	
35.56	1.2	35.55	5	Ni	
17.72	1.2	17.75	3.4	Ni	
4984.32	1.2	84.30	3.4	Ni	
53.37	2	53.34	1.2		Coinc.
36.01	1	36.02	2	Ni	
18.54	1	18.53	2.3	Ni	
4887.19	2	87.16	1.2		Coinc.? Vielleicht $\lambda_{Ni} < \lambda_{Co}$.
73.65	1	73.60	3	Ni	
66.45	1.2	66.42	3.4	Ni	
55.59	1	55.57	3	Ni	
43.60	2.3	43.66	1	Co	
31.31	1	31.30	2.3	Ni	
29.19	1	29.18	3	Ni	
23.70	3	23.67	1		Gehört Mn. Intensität im Co-Spectrum zu gross.
16.12	2	16.05	1	Co	
13.68	4.5	13.64	1	Co	
07.10	1	07.17	2	Ni	
4786.73	2	86.66	3	Ni	
83.60	3	83.53	1		Gehört Mn. Intensität im Co-Spectrum zu gross.
54.59	3	54.60	1	Co	
28.14	3	28.06	1		Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Co}$.
15.93	1.2	15.93	3	Ni	

Co λ	Co i	Ni λ	Ni i	Gehört	Bemerkungen
4714.58	2.3	14.59	4.5	Ni	
01.70	1	01.72	2	Ni	
4698.60	3	98.58	1.2	Co	
86.38	1	86.39	2.3	Ni	
68.04	1.2	67.96	2		Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Co}$.
48.83	2	48.82	3	Ni	
29.47	4.5	29.50	1	Co	
05.15	2	05.15	4	Ni	
00.55	1	00.51	3	Ni	
4592.68	1.2	92.69	3.4	Ni	
81.76	5	81.79	1	Co	
65.74	4.5	65.78	1.2	Co	
49.80	4	49.85	1	Co	
47.06	1.2	47.15	3		Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Co}$.
43.99	3.4	44.00	1	Co	
34.18	4	34.21	1	Co	
31.14	5	31.19	2	Co	
4470.61	1.2	70.61	4	Ni	
69.72	4	69.71	1	Co	
62.60	1.2	62.59	4	Ni	
59.21	2	59.21	4.5	Ni	
51.77	1.2	51.73	1.2		Gehört Mn.
01.71	2	01.70	4.5	Ni	
4331.78	1	31.78	3	Ni	
4289.90	2.3	89.90	1		Gehört Cr.
75.00	2.3	74.94	1		Gehört Cr.
54.49	2.3	54.50	2		Gehört Cr.
52.46	3	52.46	1	Co	
4150.59	2	50.55	1.2		Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Ni}$.
21.47	4.5	21.48	3	Co, Ni	
18.92	4.5	18.94	2.3	Co	
10.69	4	10.67	1.2	Co	
4092.55	4	92.55	2	Co	
86.47	3.4	86.47	1	Co	
68.70	3	68.70	1	Co	
66.50	3	66.53	2	Co	
58.34	2.3	58.36	1	Co	
55.69	1.2	55.68	1.2		Coinc. Gehört Mn.
48.88	1.2	48.87	1		Coinc. Gehört Mn.
45.52	4	45.54	2.3	Co	
41.48	2	41.52	2		Coinc. Gehört Mn.
27.20	3	27.20	1.2	Co	
21.04	3.4	21.03	1.2	Co	
14.11	2	14.11	1		Gemeinschaftliche Verunreinigung.
3998.03	4	98.07	2.3	Co	
95.44	4.5	95.45	3.4	Co, Ni	

Co λ	Co i	Ni λ	Ni i	Gehört	Bemerkungen
3987.25	2	87.26	1		
79.64	3	79.67	1.2	Co	
78.79	3	78.81	1.2	Co	
74.86	3	74.83	2		Unabhängig von einander.
69.24	2.3	69.29	1.2	Co	
58.06	3	58.07	1.2	Co	
53.05	3.4	53.07	2	Co	
45.47	3	45.48	1.2	Co	
41.87	3	41.88	2	Co	Intensität der Ni-linie variabel.
41.01	2.3	41.02	1.2	Co	
36.12	4	36.13	2.3	Co	
10.08	3.4	10.07	1.2	Co	
06.42	3	06.45	1	Co	
3895.12	3.4	95.10	2	Co	
94.21	5	94.20	2.3	Co	
85.40	2	85.45	1	Co	
84.76	2.3	84.75	1.2	Co	
82.04	3.4	82.02	2	Co	
76.99	3	76.96	1.2	Co	
74.11	3.4	74.08	2	Co	
73.26	4.5	73.25	2.3	Co	
61.30	3	61.28	2	Co	
58.42	2.3	58.40	4.5	Ni	
45.60	4.5	45.58	2.3	Co	
42.20	3.4	42.18	1.2	Co	
32.02	1.2	32.02	2	Ni?	
31.83	1.2	31 82	3	Ni	
07.26	2	07.30	4	Ni	
3783.65	2.3	83.67	4	Ni	
75.70	2	75.71	4.5	Ni	
55.59	2.3	55.58	1	Co	
39.38	1	39.36	2.3	Ni	
36.96	1.2	36.94	3.4	Ni	
04.17	3	04.17	1	Co	
3688.56	1.2	88.58	2.3	Ni	
74.30	1.2	74.28	3.4	Ni	
70.58	1.2	70.57	2.3	Ni	
69.42	1	69.38	2	Ni	
64.25	1.2	64.24	3	Ni	
27.95	3.4	27.93	1	Co	
24.88	1.2	24.87	3	Ni	
19.54	4	19.52	5	Co, Ni	
13.90	1.2	13.90	1.2		Fremde Linie; auch bei Ti.
12.90	2	12.86	3.4	Ni	
10.62	2	10.60	4	Ni	
09.46	1.2	09.44	2.3	Ni	Auch bei Ti, dort aber wahrscheinlich zu streichen.

Co		Ni		Gehört	Bemerkungen
λ	i	λ	i		
3602.43	1.2	02.41	2.3	Ni	
3599.27	2	99.27	2	Co, Ni	
97.83	2	97.84	3.4	Ni	
95.00	3.4	95.00	1	Co	
88.06	1	88.03	2.3	Ni	
87.30	5	87.32	1.2	Co	
77.36	1.2	77.37	1	Co, Ni?	
75.48	3.4	75.52	1.2	Co	
71.98	2	71.99	3.4	Ni	
69.48	5	69.51	1.2	Co	
66.50	3	66.50	4.5	Ni	
48.32	1.2	48.34	2.3	Ni	
33.49	3.4	33.52	1	Co	
30.52	1.2	30.51	2		Gehört Ti.
29.92	4.5	29.93	1.2	Co	
29.17	3	29.17	1	Co	
28.10	1.2	28.13	2.3	Ni	
26.96	4.5	27.00	1	Co	
24.66	3	24.65	5	Ni	
23.57	3	23.57	2	Co	
19.90	2	19.90	3	Ni	
18.48	3.4	18.47	1	Co	
15.20	3	15.17	4.5	Ni	
12.77	3.4	12.78	1	Co	
10.52	3.4	10.47	4		Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Co}$.
06.43	4	06.47	1.2	Co	
02.75	3	02.76	2	Co, Ni?	Coinc. Intensität nahezu dieselbe.
02.40	4.5	02.44	1.2	Co	
00.99	2.3	01.00	3	Ni	Intensität d. Co-linie variabel.
3495.81	3.4	95.84	1	Co	
93.11	2.3	93 10	4.5	Ni	
89.55	4	89.59	1	Co	
78.02	2	78.04	1		Wahrscheinlich fremde Linien, kommen auch bei Fe vor.
76.16	1.2	76.19	1.2		
74.16	4	74.21	1	Co	Auch Mn.
72.70	2.3	72.68	3.4	Ni	Intensität d. Co-linie variabel.

Aus der fünften Columne, welche den aus dem Intensitätsverhältniss geschlossenen Ursprung der Linien angiebt, ersieht man zunächst, dass in dieser Beziehung nur in den folgenden wenigen Fällen Unsicherheit noch besteht:

λ	i	
	Co	Ni
5433.60	1	1
4953.37	2	1.2
4887.19	2	1.2
4014.11	2	1
3987.26	2	1
3832.02	1.2	2
3599.27	2	2
77.36	1.2	1

Als beiden Metallen gehörend dürften die folgenden Linien bezeichnet werden können:

λ	i	
	Co	Ni
4121.47	4.5	3
3995.44	4.5	3.4
3619.54	4	5
3502.75	2.3	2

Vergleicht man schliesslich nach dem obigen Verzeichniss die Anzahl der bei Cobalt beobachteten Nickellinien mit derjenigen der bei Nickel vorkommenden Cobaltlinien, so findet man resp. die Zahlen 58 und 67. Bei dem erheblich grösseren Linienreichthum des Cobalts, scheint dies darauf zu deuten, dass die benutzte Nickelprobe weniger durch Cobalt verunreinigt gewesen ist als die Cobaltprobe durch Nickel.

Cobalt und Mangan.

Um die auf meinen Aufnahmen vorkommenden Manganlinien möglichst zu eliminiren habe ich das Spectrum dieses Metalls gleichzeitig mit den hier vorliegenden bearbeitet. Da zur Erzeugung desselben Braunstein sich als wenig geeignet erwies, habe ich von Herrn Baron NORDENSKIÖLD Manganosit erhalten, ein Mineral, welches neben etwa 98 % Mangan nur kleinere Mengen von Eisen, Calcium und Magnesium enthält. In den Lichtbogen gebracht giebt dasselbe ein glänzendes sehr lange andauerndes Manganspectrum. In der folgenden Tabelle sind die auf meinen Aufnahmen des Cobalts angetroffenen Manganlinien zusammengestellt:

Co		Mn		Gehört	Bemerkungen	Fe nach K. R.
λ	i	λ	i			
5517.00	1	17.05	3.4	Mn	Fehlt bei Co.	—
5457.72	1	57.71	2	Mn		—
13.97	1.2	13.94	2.3	Mn		—
5149.32	1.2	49.40	1.2		Coinc.	—

Co λ	Co i	Mn λ	Mn i	Gehört	Bemerkungen	Fe nach K. R.
4862.29	1.2	62.28	2.3		Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Mn}$.	—
23.68	3	23.71	5	Mn	Intensität d. Co-linie variabel.	23.69
4783.60	3	83.60	5	Mn		83.62
66.57	2	66.58	3.4	Mn		66.62
66.03	2	66.02	3.4	Mn		66.04
62.54	2	62.54	4	Mn		62 54
61.68	1.2	61.68	3.4	Mn		61.72
54.23	3	54.23	5	Mn		54.22
39.28	1.2	39.27	3	Mn	Co-linie fehlt auf d. Vergleichsplatte.	39.32
27.55	1.2	27.63	3.4	Mn	Co-linie fehlt.	27.62
09.88	1.2	09.87	3.4	Mn	Co-linie schwach.	09.89
4502.38	1.2	02.38	3.4	Mn	Co-linie fehlt.	02.37
4499.07	1	99.06	3.4	Mn	Co-linie fehlt.	99.09
90.24	1.2	90.28	3.4	Mn	Co-linie schwach.	90.25
62.16	1.2	62.17	4	Mn		62.17
61.25	1	61.25	3.4	Mn		—
58.48	2	58.43	3.4	Mn		58.41
57.74	1.2	57.71	3	Mn		57.74
57.24	1	57.22	3	Mn		57.24
51.77	1.2	51.75	3.4	Mn		51.77
4375.09	2.3	75.10	2		Coinc.	75.12
4281.23	1	81.27	3	Mn		81.30
66.04	1.2	66.08	3	Mn		66.15
57.80	1.2	57.80	3	Mn		57.86
35.46	1.2	35.45	3	Mn		35.47
35.30	1.2	35.28	3	Mn		—
4122.42	2	22.53	1.2	Co	Bei Mn Spuren. Gehört Co.	—
4092.55	4	92.55	1.2	Co		92.49
83.76	1.2	83.75	4.5	Mn		83.76
83.10	1.2	83.09	4.5	Mn		83.09
79.58	1.2	79.56	4.5	Mn		79.56
79.39	1.2	79.35	4.5	Mn		79.38
61.90	1.2	61.88	3	Mn		—
55.69	1.2	55.68	4.5	Mn		55.69
48.88	1.2	48.88	4	Mn		48.88
41.48	2	41.49	5	Mn		41.50
34.62	3	34.60	10	Mn		34.65
33.21	3.4	33.20	10	Mn		33.22
30.90	3.4	30.90	10	Mn		30.90
3995.44	4.5	95.46	1	Co		95.40
91.68	2	91.75	1	Co		—
53.05	3.4	53.00	2		Getrennt, $\lambda_{Co} > \lambda_{Mn}$.	—
3894.21	5	94.21	1.2	Co		94.15
74.11	3.4	74.08	1.2	Co		—
73.26	4.5	73.23	1.2	Co		—
60.56	2	60.59	1		Coinc. Beide Linien schwach. Gemeinschaftliche Verunreinigung?	—

Co λ	Co i	Mn λ	Mn i	Gehört	Bemerkungen	Fe nach K. R.
3845.60	4.5	45.58	1.2	Co		45.64
3774.72	2	74.81	1		Getrennt, $\lambda_{Co} < \lambda_{Mn}$.	—
3684.62	2.3	84.70	1	Co		—
15.55	2	15.53	1	Co		—
08.50	1.2	08.62	3		Getrennt.	—
3599.27	2	99.30	1	Co		—
3474.16	4	74.20	2.3	Co	Intensität d. Mn-linie variabel.	74.20

Wie aus der fünften und sechsten Columne, welche die Resultate der Durchmusterung der Doppelaufnahmen enthalten, hervorgeht, ist die Mehrzahl dieser bei Cobalt beobachteten Linien ganz unzweifelhaft auf eine Verunreinigung durch Mangan zurückzuführen. Nur im Ultravioletten findet das Gegentheil in einigen wenigen Fällen statt. Von zweifelhaften Linienpaaren, mit z. Z. noch unentschiedenem Ursprung sind nur die Folgenden zu verzeichnen:

λ	i Co	i Mn
5149.32	1.2	1.2
4375.09	2.3	2
3860.56	2	1

Bereits oben habe ich die Thatsache hervorgehoben, dass das Eisenspectrum von Kayser und Runge in namhafter Weise durch fremde Metalle verunreinigt ist und dass u. A. in demselben die Hauptlinien des Mangans so gut wie ohne Ausnahme als Eisenlinien aufgeführt sind. Ein Blick auf die letzte Columne der obigen Tabelle genügt um dies darzuthun. Ich halte es auch nicht für unwahrscheinlich, dass eine kommende eingehende Untersuchung des Mangans diese Liste noch vermehren wird. Nun ist es freilich fraglos — und ich bin der erste dies anzuerkennen — dass die Herstellung eines von allen Verunreinigungen freien Spectrums irgend eines Körpers eine Aufgabe ist, deren Lösung z. Z. vollkommen aussichtslos erscheint und vielleicht auch so immer bleiben wird, aber andererseits dürfte der Meinung jedoch wohl eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden können, dass die Kayser-Runge'sche Darstellung des Eisenspectrums erst dann eine der vorzüglichen Schärfe der Messungen entsprechende Bedeutung erhalten wird, wenn aus derselben wenigstens diejenigen Verunreinigungen entfernt sein werden, welche ähnlich den Obigen sofort in die Augen fallen. Einer derartigen angenäherten Reinigung des Spectrums steht wie man findet keine nennenswerthe Schwierigkeit entgegen.

Cobalt und Chrom.

Bei nochmaliger Untersuchung der Doppelaufnahmen dieser beiden Spectra haben sich die folgenden Fälle gefunden, in denen der Ursprung der Linien zweifelhaft oder vielleicht durch ein drittes Metall bedingt ist:

λ	i	
	Co	Cr
5370.60	1	1.2
4697.19	1.2	2
4564.35	2	2
4027.21	1.2	2
3978.80	1.2	2
3552.85	2	2

Die folgenden Linien dagegen, welche entweder genau coincidiren oder deren Trennung auf den Doppelaufnahmen mit bedeutender Unsicherheit behaftet ist, glaube ich vorläufig beiden Metallen zuschreiben zu müssen:

λ	i	
	Co	Cr
4698.60	3	3
4546.14	2.3	4
3991.82	2	2.3
69.25	2.3	2
3894.21	5	3
3641.95	2.3	3
3575.06	3	2

Von diesen Linien coincidiren in beiden Spectra die dritte, vierte und letzte genau, während für die übrigen eine wenn auch höchst geringe Ortsdifferenz wahrscheinlich besteht.[1]

Cobalt und sonstige bisher von Kayser und Runge untersuchte Metalle.

Bei dieser Vergleichung habe ich mich nur von den betreffenden Wellenlängentafeln bedient ohne Doppelaufnahmen der bezüglichen Spectra. Dabei hat es sich zunächst ergeben, dass mit den Metallen *Indium*, *Thallium*, *Blei*, *Arsen*, *Antimon*, *Bismuth* und *Cadmium*

[1] In meinem Catalog des Chromspectrums sind die beiden Linien 4754.10, 4543.99 als sehr wahrscheinlich Cobalt gehörend zu streichen.

Cobalt keine einzige Coincidenz besitzt, während in Betreff von *Kalium*, *Natrium*, *Lithium*, *Cæsium*, *Rubidium*, *Magnesium Zinn* und *Quecksilber* zwar vereinzelte mehr oder weniger angenäherte Coincidenzen vorkommen, über deren zufälligen Character indessen kein Zweifel bestehen kann. Ähnliche angenäherte Coincidenzen zwischen Linien des Cobalts und der Erdalkalimetalle sind ebenfalls vorhanden, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, in welcher den KAYSER-RUNGE'schen Wellenlängen die von ihnen angegebene Unsicherheit der Werthe und sonstige Bemerkungen gegenübergestellt sind. Diese Bemerkungen genügen um die völlige Zufälligkeit der Coincidenzen zu erweisen:

Co	Ca		
4624.70	24.70	± 0.50	v. n. V.
4581.71	81.66	0.10	
4092.98	92.93	0.10	v. n. R.

Co	Sr		
4968.09	68.11	± 0.03	
4869.59	69.41	0.10	v.
4607.46	07.52	0.03	u.
3504.81	04.70	0.30	vv.

Co	Ba		
5381.30	81.25	± 0.50	v. n. R.
4179.38	79.57	0.20	v. n. R.
3975.47	75.55	0.10	v. n. R.
10.08	10.04	0.05	u.
3577.80	77.79	0.05	v.
62.22	62.28	0.10	v.

Die einzige Linie des obigen Verzeichnisses, welche im Falle exacter Coincidenz möglicherweise dem Cobalt fremd sein könnte, ist die Linie 4607.46, weil die entsprechende Linie des Strontiums gerade die stärkste im Spectrum dieses Metalls ist. Das Fehlen jeder Spur der übrigen Hauptlinien des Strontiums, sowie die noch bestehende Unsicherheit in Betreff der Coincidenz dürften jedoch die vorläufige Aufnahme derselben in das Spectrum des Cobalts rechtfertigen. Was Calcium betrifft, so kommen auf meinen Aufnahmen einige Hauptlinien desselben regelmässig vor; lassen sich jedoch dadurch als fremde Linien sofort erkennen, dass sie auf den Platten als feine Nadelspitzen am Rande des Spectralbildes erscheinen was nur dann der Fall sein kann, wenn der entsprechende Dampf in der unmittelbaren Nähe der Electroden sich befindet. Dass diese Linien Calcium gehören, geht aus der folgenden Zusammenstellung mit den entsprechenden Wellenlängen des Catalogs von KAYSER-RUNGE unmittelbar hervor:

Co		Ca	
λ	i	λ	i
4455.00	2.3	54.97	6
35.90	1.2	35.86	5
35.10	2	35.13	6
25.60	1 2	25.61	6
4318.86	1.2	18.80	5
02.65	2.3	02.68	6
4299.10	1.2	99.14	4
89.55	1.2	89.51	5
83.15	2	83.16	5
26.90	2	26.91	6

Da zum Zweck die im Violetten und Ultravioletten auftretenden Kohlenbanden zu vermeiden für die Aufnahme dieser Spectraltheile Electroden aus electrolytisch dargestelltem Kupfer statt Kohle benutzt worden sind, so hat man schliesslich noch die davon herrührenden Kupferlinien zu entfernen. Glücklicherweise sind dieselben nicht zahlreich und mit einigen wenigen, sofort in die Augen fallenden Ausnahmen so schwach und verschwommen, dass irgend eine Zusammengehörigkeit mit Cobaltlinien von nahe derselben Lage kaum anzunehmen sein dürfte. In der folgenden, durch Vergleichung mit KAYSER und RUNGE's Untersuchung des Kupferspectrums erhaltenen Liste finden sich diejenigen Linien zusammengestellt, welche in den beiden Spectra nahe identische Lage besitzen:

Co		Cu			
λ	i	λ		i	Bem.
5218.12	2	18.52	$\pm$ 0.10	6	v.
5158.61	2	58.59	0.15	1	v.
53.43	1.2	53.29	0.20	5	vv.
05.73	2	05.81	0.05	5	
4651.28	1.2	51.37	0.10	5	
4587.08	1.2	87.25	0.15	6	
31.14	5	31.10	0.10	5	v.
4275.29	1	75.38	0.05	5	
4011.07	1	11.02	0.20	2	vv.
3741.40	1	41.38	0.05	3	v.
34.30	2	34.33	0.05	2	v.
3654.59	2	54.6	0.50	2	vv.
52.68	2.3	52.62	0.15	1	vv.
45.36	2	45.38	0.05	2	v.
41.95	2.3	41.85	0.05	2	v.
24.47	2	24.41	0.05	2	v.
20.58	2	20.53	0.05	2	v.
13.90	1.2	13.92	0.05	2	v.
3520.20	3	20.13	0.05	3	v.

Diese Tabelle zerfällt in zwei Abtheilungen. Die erste bis auf die Linie 4275 inclusive bezieht sich auf Aufnahmen mit Kohlenelectroden, während für die folgende Abtheilung Electroden aus Kupfer benutzt wurden. In der ersten finden sich nun allerdings Cobaltlinien, welche in der Lage sehr nahe mit den stärksten Kupferlinien übereinstimmen, und deren Zugehörigkeit zum Spectrum des Cobalts demnach zweifelhaft erscheinen könnte. Würde man dieselben als von Kupfer wirklich herrührend ansehen, so müssten entweder die Electroden oder das Cobalt durch Kupfer verunreinigt sein. Das Erstere kann aus dem Grund nicht angenommen werden, weil auf den Aufnahmen des Nickelspectrums mit Electroden derselben Fabrication keine Spur von diesen Linien vorkommen. Das Nickel selbst ist demnach auch von diesen Linien frei. Dadurch wird ebenfalls ein Gehalt des Cobalts an Kupfer wenig wahrscheinlich. Vorläufig glaube ich daher die nahe Coincidenz als zufällig ansehen zu müssen, namentlich weil einerseits die den KAYSER-RUNGE'schen Wellenlängen noch anhaftende Unsicherheit eine unzweideutige Entscheidung über Coincidenz oder Nichtcoincidenz nicht gestattet, und andererseits die Verschwommenheit der Kupferlinien ihnen einen von den scharfen Cobaltlinien ganz verschiedenen Character giebt. Was die Linien der zweiten Abtheilung betrifft, so ist bei der geringeren Unsicherheit der Wellenlängen im Kupferspectrum die Wahrscheinlichkeit einer Coincidenz allerdings etwas grösser; allein wenn man in Betracht zieht, dass die Kupferlinien sämmtlich schwach und verschwommen die Cobaltlinien dagegen fast alle intensiv und scharf sind, so dürfte zwischen denselben ein wirklicher Zusammenhang kaum anzunehmen sein. Diese Anschauungsweise findet auch in dem Umstande eine Stütze, dass in den entsprechenden, ebenfalls mit Kupferelectroden aufgenommenen Theilen des Spectrums des Nickels dieselben Linien sonst hätten auftreten müssen, was indessen nicht der Fall ist.

VERGLEICHUNGEN DES NICKELSPECTRUMS MIT DEN BISHER BEKANNTEN SPECTRA ANDERER METALLE.

Nickel und Eisen.

Obwohl beim ersten Durchmustern des Nickelspectrums ähnlich wie bei Cobalt die auf den Platten vorhandenen Eisenlinien möglichst sorgfältig ausgeschieden wurden, hat sich jedoch beim nachherigen Vergleichen mit dem KAYSER-RUNGE'schen Catalog des Eisenspectrums eine recht erhebliche Anzahl angenäherter Coincidenzen ergeben, welche eine eingehendere Untersuchung auf besonderen Doppelaufnahmen der beiden Spectra erheischten. Das Resultat dieser Untersuchung ist aus der folgenden Tafel ersichtlich:

Ni		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
5782.34	1	82.34	5	Fe fehlt.
15.31	3	15.30	3	Fe äusserst schwach.
12.10	3	12.08	2	Fe nur als Spur.

Ni λ	Ni i	Fe λ	Fe i	Bemerkungen
5695.22	3	95.27	1	
49.90	2.3	49.96	1	Fe fehlt.
37.32	2	37.35	1	
5504.50	1.2	04.57	1	
5371.64	2.3	71.68	6	Getrennt, $\lambda_{Fe} > \lambda_{Ni}$.
5218.41	1	18.36	2	Gehört Co.
5186.80	1	86.71	1	Fe fehlt.
46.64	4	46.63	1	Fe fehlt.
42.96	3.4	43.05	3	Getrennt.
25.39	2.3	25.33	5	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
21.74	1.2	21.77	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
00.13	3.4	00.06	1	Fe fehlt.
5097.06	2	97.13	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
84.27	4	84.32	1	Fe fehlt.
51.71	1	51.78	1	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
18.50	2	18.59	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
12.62	2	12.56	1	
4997.04	1	97.06	1	Fe fehlt.
37.51	2	37.50	1	
4843.27	1	43.37	2	Coinc. λ_{Fe} scheint um 0.10 fehlerhaft.
38.80	2	38.72	1	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
32.86	1.2	32.90	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
4799.98	1	4800.04	1	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
83.53	1	83.62	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$. Die Fe-lin. gehört Mn.
52.58	2	52.56	1	Fe fehlt.
12.24	1	12.27	1	Fe zweifelhaft.
4606.37	2.3	06.40	1	Fe fehlt.
4596.11	2	96.20	2	Getrennt.
81.79	1	81.72	3	Getrennt. Die Linie bei Ni gehört Co.
80.77	1.2	80.73	2	Coinc.
65.78	1.2	65.87	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
47.15	3	47.20	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
34.21	1	34.19	1	Gehört Co.
4451.72	1.2	51.77	2	Coinc. Gehört Mn.
50.44	1	50.50	2	Fehlt.
42.61	2	42.52	5	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
37.17	2.3	37.10	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
36.52	1	36.51	1	Gehört Mn.
4252.25	1	52.33	1	
4195.71	2.3	95.77	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
50.55	1.2	50.48	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
42.34	1	42.37	1	Fe fehlt.
23.96	1	23.87	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
21.48	3	21.54	1	Fe fehlt.
4092.55	2	92.48	3	Gehört Co.
64.55	2	64.61	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.

Ni		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
4059.07	1	4859.06	1	Coinc. Gehört Mn.
58.91	1	58.92	3	Coinc. Gehört Fe, Cr.
58.36	1	58.36	3	Gehört Co. Fe.
57.45	1	57.49	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
55.68	1.2	55.69	3	Coinc. Gehört Mn.
48.87	1	48.88	2	Coinc. Gehört Mn.
41.52	2	41.50	3	Coinc. Gehört Mn.
19.20	1.2	19.19	1	Coinc.?
18.24	1	18.27	1	Coinc. Gehört Mn.
10.14	1.2	10.11	1	Fe zweifelhaft.
3998.77	1.2	98.82	1	Fe fehlt, $I_{Ni} > 1.2$.
95.45	3.4	95.40	1	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
89.90	1	90.00	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$. $I_{Ni} = 2$.
84.18	2	84.14	4	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
81.90	1	81.93	4	Wahrscheinlich getrennt. $I_{Ni} = 2$. Gehört Ti.
74.83	2	74.87	1	Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Fe}$.
70.65	2	70.57	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
66.78	1	66.76	3	Coinc. Gehört Fe.
66.20	1	66.22	3	Coinc. Gehört Fe.
58.35	1	58.35	1	Fehlt.
10.07	1.2	10.01	3	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
05.67	1.2	05.70	1	Fe fehlt.
3894.20	2.3	94.15	2	Getrennt. Die Linien gehören nicht Ni und Fe sondern Co und Cr
76.96	1.2	76.87	1	Getrennt. Gehört Co.
45.58	2.3	45.64	1	Fe Spur. Coinc. Gehört Co.
3749.15	2	49.12	2	Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Fe}$.
39.36	2.3	39.28	1	Getrennt.
3669.38	2	69.35	2	Fe fehlt.
64.24	3	64.16	1	Getrennt.
27.93	1	27.97	1	Fe fehlt. Gehört Co.
13.90	1.2	13.81	1	Getrennt.
3599.27	2	99.18	1	Coinc. $\lambda_{Fe} = 99.28$? Auch Co.
97.84	3.4	97.90	1	Fe Spur. Coinc.
87.32	1.2	87.40	1	Getrennt, gehört Co.
75.52	1.2	75.55	3	Coinc. Gehört Co.
66.50	4.5	66.52	2	Coinc. Gehört Ni.
53.63	2	53.64	1	Fe fehlt.
30.51	2	30.54	2	Coinc. Gehört Ti.
29.93	1.2	29.96	3	Coinc. Gehört Co.
24.65	5	24.68	2	Coinc. Gehört Ni.
18.80	2	18.86	1	Fe fehlt.
15.17	4.5	15.21	2	Coinc. Gehört Ni.
12.78	1	12.84	1	Fe fehlt. Gehört Co.
10.47	4	10.49	1	Fe Spur. Gehört Ni.
06.47	1.2	06.45	1	Fe fehlt. Gehört Co.
02.44	1.2	02.41	1	Fe fehlt. Gehört Co.

Ni		Fe		Bemerkungen
λ	i	λ	i	
3493.10	4.5	4893.10	2	Coinc. Gehört Ni.
89.59	1	89.55	1	Fe fehlt. Gehört Co.
83.93	3	83.97	1	Fe fehlt. Gehört Cu.
78.04	1	77.99	2	Sehr schwach. Coinc.?
76.19	1.2	76.23	1	Fe fehlt.
74.21	1.2	74.20	1	Fe fehlt. Gehört Co, Mn
72.68	3.4	72.67	1	Fe fehlt. Gehört Ni.
62.95	1	62.93	1	Fe fehlt.
61.78	4	61.79	2	Coinc. Gehört Ni.
58.59	4	58.61	2	Coinc. Gehört Ni.

Es treten hier ähnliche Verhältnisse zu Tage wie bei Cobalt. Man findet nämlich, dass von den gefundenen angenäherten Coincidenzen ein erheblicher Theil, etwa ein Drittel, aus Linienpaaren gebildet wird, deren Glieder deutlich obschon um geringe Beträge in der Lage von einander verschieden sind, während für etwa ein zweites Drittel die entsprechenden Eisenlinien auf meinen Platten fehlen. Von den übrigen Linienpaaren mit verbürgter Coincidenz lässt sich in mehreren Fällen der Ursprung mit Sicherheit auf fremde Metalle namentlich Mangan zurückführen, welche Metalle demnach als Verunreinigungen sowohl in der von mir benutzten Nickelprobe als in dem Eisen von KAYSER und RUNGE erscheinen. Sieht man nun in der obigen Tabelle von diesen Linien weg, so bleibt im Ganzen nur eine verhältnissmässig sehr geringe Anzahl zweifelhafter Fälle übrig. Es sind dies die Linien:

λ	i	
	Ni	Fe
4580.77	1.2	2
4252.25	1	1
4019.20	1.2	1
4010.14	1.2	1
3958.35	1	1
3478.04	1	2

Dass die erste Elimination der Eisenlinien eine sehr vollständige gewesen ist, geht aus der Thatsache hervor, dass in der obigen Tabelle nur zwei Linien vorkommen, von denen man mit Sicherheit behaupten kann, dass sie nicht Nickel sondern Eisen gehören. Es sind dies die Linien 3966.78 und 3966.20. Dagegen wird die Linie 5732.84 trotz der von KAYSER und RUNGE beobachteten grossen Intensität dem Eisen sicherlich fremd sein, weil dieselbe weder auf meinen Aufnahmen vorkommt noch von ROWLAND bei Eisen gefunden worden ist. Wegen der geringen Intensität im Nickelspectrum habe ich dieselbe als sehr wahrscheinlich auf Verunreinigung beruhend aus dem Verzeichniss der Nickellinien gestrichen. Was die Linie 5715.31 betrifft, welche mit völliger Sicherheit auch bei Titan vorkommt,

so würde man nach der Intensitätsangabe von KAYSER und RUNGE zu urtheilen dieselbe auch dem Eisen zuschreiben müssen. Die grosse Schwäche der Linie auf meinen Aufnahmen lässt mir indessen dies noch zweifelhaft erscheinen.

Nickel und Titan.

Wegen der Vergleichung der Spectra dieser beiden Metalle kann ich auf meine Untersuchung des Titans verweisen. Was dagegen

Nickel und Mangan

betrifft, so haben sich bei Durchmusterung der Doppelaufnahmen der beiden Spectra die in der folgenden Tabelle verzeichneten Resultate ergeben:

Ni		Mn		Gehört	Bemerkungen	
λ	i	λ	i			
5504.50	1.2	04.53	1.2		Getrennt, $\lambda_{Ni} < \lambda_{Mn}$.	—
5388.71	1	88.76	1.2		Getrennt.	—
5197.40	1	97.44	1		Coinc.	—
5017.75	3.4	17.78	2		Wahrscheinlich getrennt, $\lambda_{Mn} > \lambda_{Ni}$.	—
4823.67	1	23.71	5	Mn	Coinc.	23.69
4783.53	1	83.60	5	Mn		83.62
4455.48	1	55.50	3	Mn		—
51.73	1.2	51.75	3.4	Mn		51.77
36.52	1	36.52	3	Mn		36.56
4284.20	1	84.22	2.3	Mn		84.26
35.46	1	35.45	3	Mn		35.47
35.30	1	35.28	3	Mn		—
01.88	2.3	01.88	2		Getrennt, $\lambda_{Mn} > \lambda_{Ni}$.	—
4149.00	1	48.95	2.3	Mn		—
31.33	1	31.26	2.3	Mn		—
4092.55	2	92.55	1.2	Co		92.49
59.07	1	59.08	3.4	Mn		59.05
58.07	1	58.10	2.3	Mn		—
55.68	1.2	55.68	4.5	Mn		55.69
48.87	1	48.88	4	Mn		48.88
41.52	2	41.49	5	Mn		41.50
18.24	1	18.25	3.4	Mn		18.27
3995.45	3.4	95.45	1	Ni, Co		95.40
87.26	1	87.23	2	Mn		—
84.18	2	84.31	1		Getrennt, $\lambda_{Mn} > \lambda_{Ni}$.	84.14
53.07	2	53.00	2		Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Mn}$.	—
3894.20	2.3	94.21	1.2	Co		94.15

Ni λ	Ni i	Mn λ	Mn i	Gehört	Bemerkungen	
3874.08	2	74.08	1.2	Co		—
73.25	2.3	73.23	1.2	Co		—
45.58	2.3	45.58	1.2	Co		45.64
38.42	3	38.41	3.4	Mg	Coinc. I_{Ni} variabel.	—
23.65	1.2	23.64	4	Mn, Cr		23.72
3736.94	3.4	37.03	1.2		Getrennt, $\lambda_{Mn} > \lambda_{Ni}$.	—
29.05	1	29.05	2		Getrennt, $\lambda_{Ni} > \lambda_{Mn}$.	—
3670.57	2.3	70.67	1.2		Getrennt.	—
19.52	5	19.42	3		Getrennt.	19.60
3599.27	2	99.30	1	Ni, Co		—
69.51	1.2	69.51	4		Getrennt, $\lambda_{Mn} > \lambda_{Ni}$. Die Linie bei Ni gehört Co.	—
48.34	2.3	48.35	2.3	Ni, Mn	Coinc.	—
3474.21	1.2	74.20	2.3	Co	Die Intensität bei Mn variabel.	74.20

Man sieht, dass in fast allen Fällen, in denen die Linien nicht getrennt sind oder Cobalt zugeschrieben werden müssen, dieselben Mangan gehören. Meistens sind es dieselben Linien, welche bei den Aufnahmen des Cobalts als Verunreinigungen erkannt worden sind. Als ganz fremd ist die Linie 3838.42 zu bezeichnen, welche auf verschiedenen Aufnahmen des Nickels mit verschiedener Intensität erscheint und demnach dem Nickel sicher nicht gehört. Sollte dieselbe bei Mangan ihre Intensität bewahren, so wäre sie wahrscheinlich sowohl Mangan wie Magnesium zuzuschreiben.

Nickel und Chrom.

Ausser den schon bei der Untersuchung des Chroms gefundenen Linien, welche von Nickellinien mit nahe identischer Lage sich nicht sicher trennen liessen, habe ich bei einer wiederholten Durchsuchung der beiden Spectra noch die folgenden Paare gefunden, deren Ursprung vorläufig noch unentschieden gelassen werden muss:

Ni λ	Ni i	Cr λ	Cr i
4490.71	2	90.70	1.2
4383.05	1	83.04	1.2
4284.83	2.3	84.84	1.2
4075.05	1.2	75.01	1.2
46.91	1	46.89	1
3994.13	2	94.10	1.2
3730.88	1.2	30.91	2
3688.58	2.3	88.56	1.2
83.65	1	83.60	1.2

Die beiden Linien 4284.83 und 3688.58 wären, falls die Coincidenz genau ist, wahrscheinlich aus dem Spectrum des Chroms zu entfernen; indessen scheint wenigstens in Betreff der ersteren eine kleine Ortsdifferenz vorhanden zu sein, indem die Nickellinie um einen geringen Betrag brechbarer ist als die Chromlinie.

Nickel und sonstige Metalle.

Bei Vergleichung des Spectrums des Nickels mit denjenigen der bisher von KAYSER und RUNGE untersuchten Metalle habe ich nur in den folgenden wenigen Fällen Coincidenzen von einer dem wahrscheinlichen Fehler der Messungen entsprechenden Genauigkeit gefunden:

	λ	i	λ		i	
Nickel	3832.44	2.3	32.46 $\pm$ 0.03		6	Mg.
	3683.65	1	83.63		5	Pb.
	5504.50	1.2	04.48	0.05	6	Sr.
	3577.37	1	77.45	0.10	1	Sr.
	3610.60	4	10.66	0.03	6	Cd.
	5709.80	3.4	09.82	0.15	2.3	Ba.
	5424.85	2	24.82	0.05	5	Ba.
	4605.15	4	05.11	0.05	2	Ba.

Die Uebereinstimmung dieser Spectralörter unter einander muss mit Rücksicht auf die von KAYSER und RUNGE angegebenen Sicherheitsgrenzen ihrer Wellenlängen als genau bezeichnet werden. Trotzdem werden die Coincidenzen ganz gewiss nur zufällig sein, einmal weil von den Spectra der betreffenden Metalle keine anderen Linien bei Nickel angetroffen worden sind, dann aber auch wegen des oft total verschiedenen Characters der Linien. Die Linien des Nickels sind nämlich alle scharf, während bei den anderen Metallen dieselben verschwommen und sogar einseitig verschwommen sind. In der obigen Tabelle hat man daher wieder einen Beleg für die Thatsache, dass zwei verschiedene Metalle Strahlungen von so nahe identischer Periode aufweisen können, dass eine Unterscheidung derselben erst durch eine namhaft grössere Schärfe der Messungen als die hier erreichte möglich ist.

Mit der ganzen übrigen Reihe von Metallspectra, welche Gegenstand der Untersuchungen von KAYSER und RUNGE gewesen sind, steht dasjenige des Nickels entweder in gar keinem Zusammenhang, oder, es lassen sich, wenn in irgend einem Fall eine vereinzelte Coincidenz vorkommt, aus ähnlichen Gründen wie oben und wegen der oft bedeutenden Unsicherheit, welche nach KAYSER und RUNGE den Messungen noch anhaftet, über die Zufälligkeit dieser Coincidenzen keine begründeten Zweifel erheben.

Nach diesen Erörterungen gebe ich in dem folgenden Catalog die Wellenlängen der Linien, welche den beiden Metallen zuzuschreiben sein dürften. Die Anordnung des Catalogs ist dieselbe wie früher und erfordert daher keine weitere Erklärung. Nur in Bezug auf die letzte Columne mag bemerkt werden, dass darin die auf das ROWLAND'sche Wellenlängensystem reducirten älteren Messungen von THALÉN und LIVEING und DEWAR aufgeführt sind.

Spectrum des Cobalts.

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	THALÉN
5531.06		3.4	1		
---	**5528**.64				
25.27		2.3	?		
24.24		1	1		
23.56		3	1		
16.29		1.2	—		
——	**5497**.73				
5495.94		2	—		
89.90		3	?		
88.38		1.2	1		
84.22		3	1		
83.57		4	2		83.70
77.37		2	—		
——	**5477**.13				
77.13		3	3		
70.73		2	—		
69.55		2	—		
——	**5455**.76				
54.79		3.4	1		
53.61		1	—		53.30
52.53		1.2	?		
44.81		3.4	1		44.30
37.25		2	1		
——	**5434**.74				
31.30		1.2	—		
27.59		1	—		
27.41		1	—		
27.01		1	—		
25.87		1.2	—		
——	**5415**.42				
08.37		1.2	—		
07.75		2.3	2	⊙ dpl. {Comp. n. R. Co. " n. V. = Mn.	
02.24		2	1		
00.03		1.2	—		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	THALÉN
——	**5397**.35				
5394.02		1	—		
91.01		1	—		
90.71		1.2	1.2		
81.99		2.3	1		
81.31		2	2		
——	**5379**.78				
77.99		1	1.2		
74.21		1	—		
70.60		1	1		
69.79		3	1.2	s. Ti hat eine Linie 69.81.	69.25
69.13		1.2	—		
66.97		1.2	—		
62.97		3	3	⊙ enge Dpl. Coinc. wahrscheinl. m. d. Comp. n. V.	63.75
——	**5361**.81				
59.41		2.3	1		60.75
59.16		1.2	1		
53.69		3	1.2	⊙ dpl. {53.69 = Co. 59 = Fe.	53.65
52.22		2.3	1.2		52.45
49.29		2	—		
47.68		2	—		
44.79		1.2	?		
43.58		3	2		43.85
42.86		4	1.2		43.35
41.53		2.3	—	s.	
39.71		2	—		
37.56		1	?		
36.36		1.2	?		
35.06		2	1.2	Co dpl.	
33.85		2	1		
——	**5333**.09				
32.85		2	2		
31.65		2.3	1.2	ss.	

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
5326.49		1 2	—		
26.15		2	—		
25.44		2.3	1		
21.95		1.2	—		
16.96		2.3	2	⊙ dpl. {16.75. 95.} Die Corona-linie.	
12.84		2.3	1	Von ⊙-linien nur Spuren.	
10.47		1.2	?		
——	**5307**.55				
01.24		2.3	1.2	ss.	
5292.45		1	—		
88.02		1.2	?		
87.78		1.2	?		
——	**5283**.80				
83.68		1.2	1.2	⊙-lin. Begleiter zu 83.80 (Fe).	
80.85		3	1.2		80.69
76.38		2.3	—	⊙ 76.20 = Cr.	
68.72		2.3	—	ss. Zwischen {68.80 55} (Fe).	68.79
66.71		3	3.4		66.79
66.51		3	1		
66.00		1.2	2		
——	**5261**.88				
57.81		2.3	1.2		
54.83		2	—		
50.21		2	—		
48.12		2.3	1	⊙-lin. äussert schwach.	
——	**5242**.66				
37.32		1	—		
35.37		2.3	1	ss.	35.49
30.38		2.3	1.2	ss.	31.09
22.71		1.2	—		
19.28		1	—		
18.42		2	2		
——	**5217**.56				
12.87		2.3	1	ss. ⊙-lin. deutlich.	13.09
11.08		1	1		
10.28		1.2	—	s.	
——	**5188**.95				
5176.27		2.3	1	ss.	
——	**5173**.91				
72.49		2	?	v. Im Schatten von b_2.	
66.30		2	—		
65.32		2	1	Bei Rowland keine ⊙-lin.	
59.03		2	—	v. Zwischen diesen Linien	
58.61		2	—	v. eine schwache ⊙-linie.	

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
5156.53		2.3	—		
55.04		1.2	—		
54.26		2.3	2		
53.43		1.2	1.2		
——	**5151**.03				
50.03		2	1		
49.32		1.2	1	Auch Mn. Bei Rowland keine ⊙-lin.	
46.96		3	1	Bei Rowland keine ⊙-lin.	
45.73		2	1.2	v.	
42.65		1.2	2.3		
——	**5133**.87				
33.65		3	—	s.	
26.37		2.3	2	s.	
25.88		2.3	?		
24.99		1.2	?		
23.01		2.3	1		
——	**5115**.56				
13.41		2.3	1.2		
09.08		2.3	1		
08.55		1	1		
05.73		2	2	i_{Co} var. Ob Verunreinigung?	
00.30		1.2	—		
——	**5097**.18				
5095.18		2.3	1		
88.08		1.2	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	
77.64		1.2	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	
——	**5036**.11				
35.16		1	—		
34.24		1.2	?		
33.55		1	?		
22.37		1.2	2	Eine schwache Fe-lin. getrennt von Co.	
——	**5014**.42				
07.49		1.2	2.3	Coinc. zweifelhaft.	
——	**4994**.32				
4993.27		1.2	1		
88.15		2.3	?	dpl. $\Delta\lambda = 0.16$ Einstellung auf die Mitte.	
86.69		1.2	—		
80.15		2.3	—		
74.75		1.2	?		
——	**4973**.27				
72.16		2.3	—		
71.22		1.2	—		
68.09		1.2	2	v.	
67.72		1	1		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4966.77		2.3	?		
59.89		1	—		
——	**4957**.48				
53.37		2	1.2	Ni, Co?	
48.77		1.2	—		
42.56		1	—		
41.53		1	—		
36.61		1.2	—		
35.40		1	—		
——	**4934**.25				
33.08		1.2	—		
28.48		3	1.2	Auch Ti.	
25.20		1.2	—		
20.47		2	—		
——	**4919**.18				
12.62		1.2	1		
08.68		1.2	?		
07.78		1	—		
07.30		1	—		
04.37		2.3	—		
——	**4900**.10				
4899.72		3	—		
97.36		2	—		
——	**4890**.94				
87.19		2	1.2	Ni, Co?	
82.90		3	?		
80.43		1	—		
78.53		1.2	—		
69.59		2	1		
68.05		5	1.2		67.90
63.64		1.2	—		
62.29		1.2	—	Getrennt von Mn 62.25.	
——	**4859**.93				
55.86		1	1.2		
55.40		1.2	?		
43.61		2.3	1.2		
40.42		4.5	2	⊙ dpl. {40.42 . Co. 50 . Fe.	39.90
——	**4824**.32				
18.13		1.2	1		
16.11		2	1		
14.16		3	?	}	14.40
13.67		4.5	1.2	}	
——	**4805**.25				
4798.01		1.2	—		
97.93		1.2	—		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4796.46		2	?		
96.00		2.3	—		
93.03		4	1.2		92.54
85.26		2.3	—		
——	**4783**.60				
82.76		1.2	—		
81.62		3	—		
80.14		4	2		79.54
78.42		2.3	1.2	78.44 Ti.	
76.49		3.4	1.2		
71.27		3.4	1.2		
68.26		3	1		
67.33		2.3	—		
56.93		2	?		
54.59		3	1		
——	**4754**.23				
49.89		4.5	1		49.34
46.31		2	?		
42.76		1	—		
42.40		1	—	v. Vielleicht dpl.	
38.34		1	—		
37.95		2.3	—		
35.04		2.3	—		
32.25		1.2	—		
28.14		3	—		
27.95		1.2	—		
——	**4727**.63				
25.44		1	—		
21.61		1.2	—		
18.67		2.3	2		
04.57		1.2	—		
——	**4703**.99				
4699.35		2	—		
98.60		3	2		
97.19		1.2	1.2		
93.37		3.4	—		
88.68		1.2	—		
86.05		1.2	—		
82.53		4	1.2		
80.62		1.2	—	Zwischen zwei ⊙-lin. ohne Coinc.	
——	**4678**.35				
77.73		1.2	—		
77.46		1.2	—		
76.91		1.2	—		
——	**4668**.30				

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4668.04		1.2	—		
63.58		4	?		
57.56		2.3	1		
55.01		2	—		
53.93		1.2	—		
52.01		1.2	—		
51.28		1.2	—		
45.34		1.2	1.2	45.36 Ti. Co-lin. zweifelhaft. *i* var.	
44.48		2.3	1		
43.92		2	—		
——	**4643**.64				
40.99		1.2	—		
29.47		4.5	2.3	29.47 Ti.	
29.05		2	—		
25.88		3	—		
24.70		1.2	—	Vielleicht eine ⊙-lin.	
23.15		2.3	—		
22.83		1.2	—		
20.96		1.2	—		
14.18		2	?	⊙ hat {14.10 / 35} Co-lin. scheint zwischen beiden zu liegen.	
12.57		1	—	v.	
——	**4611**.45				
09.08		1.2	—		
07.46		2	1.2		
01.31		2	—		
4597.02		4	1		
94.75		4	1		
88.86		2	1	s.	
87.08		1.2	—	s.	
81.76		5	?	⊙ starke Dpl. {81.69 / 59} Co?	81.75
80.32		2.3	—		
——	**4578**.73				
75.12		1.2	—		
73.75		1	—		
70.18		3	?	Vielleicht eine ⊙-lin.	
66.77		2.3	?		
65.74		4.5	?	Scheint verschoben gegen die ⊙-lin. 65.82.	
64.98		1.2	?		
64.35		2	—	s.	
64.13		1.2	—		
62.11		1.2	—		
——	**4554**.21				

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4553.51		1.2	—		
49.80		4	3	⊙ {49.65 / 80} Ti hat 49.79 wahrscheinl. getrennt.	
47.06		1.2	?		
46.14		2.3	2		
45.42		2	—	Zwischen zwei ⊙-lin.	
43.99		3.4	1		
40.96		1.2	?	40.90 Cr.	
34.18		4	3		
31.14		5	2		31.45
——	(**4530**.95)			[1]	
28.12		2.3	—		
26.94		1.2	—		
25.97		1.2	1	Coinc.?	
24.88		1.2	1		
19.42		2	—	v.	
17.28		3.4	1.2		
14.33		2.3	2		
——	**4508**.46				
00.71		1	—		
4499.45		1	—		
94.92		2.3	—	s.	
——	**4494**.73				
92.23		1.2	—		
90.46		1.2	—		
86.89		2	—	s.	
84.65		2	—	s.	
84.07		2.3	1	s.	
83.70		2.3	—	v.	
78.45		3	1		
77.36		1.2	—	v.	
——	(**4476**.20)				
71.96		2	—		
71.70		3	?		
69.72		4	1		
67.04		3.4	2		
——	**4456**.05				
45.88		2.3	—		
45.21		2	—		
42.13		1	?		
38.05		1	1		
36.37		1.2	1		
——	**4435**.85				
31.78		2	—		
21.48		2.3	?	s.	
17.55		3	?		

[1] Die Sonnenlinien 4530.95 4476.20 4233.40 sind in Rowlands Verzeichniss von Normallinien nicht vorhanden, sondern seinem Atlas des Sonnenspectrums entnommen.

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4416.63		1.2	1		
——	**4407**.85				
02.85		2	1		
1395.99		2	2		
92.02		2.3	1		
91.70		3	1		
88.02		2	2		
80.25		3	2	v.	
79.37		1.2	2.3	Vielleicht Va. Benachbarte Va-linien kommen nicht vor.	
——	**4376**.10				
75.70		2	?		
75.09		2.3	1.2		
74.66		1.2	2		
73.77		3	2		
71.27		3	?	Zwischen zwei starken ⊙-lin.	
66.37		1.2	—		
62.11		1	—		
61.20		1	—		
60.98		1.2	1.2		
59.60		1.2	1		
57.33		1	—		
57.05		2	1		
53.96		1.2	1		
——	**4343**.39				
40.39		1	—		
39.76		3	—	⊙ hat $\left\{\begin{matrix}39.85\\61\end{matrix}\right\}$ Cr keine Coinc.	
31.38		2.3	—		
20.53		1.2	1	v.	
——	**4318**.82				
10.24		1	—		
09.54		2	2		
07.57		2	—		
03.36		2.3	2		
4298.14		1.2	—	v.	
——	**4293**.25				
92.41		2	1.2	v.	
85.93		2.3	1.2	ss.	
76.25		2	1		
70.58		1.2	—		
68.59		2	—		
68.18		1.2	—		
——	**4267**.96				
63.92		1.2	—		
60.05		1.2	1		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
——	**4254**.50				
4252.47		3	1.2		
48.37		1.2	?		
45.76		1.2	—	v.	
42.06		2	?		
41.69		2	1		
38.63		1.2	1		
37.54		1.2	1		
34.18		2.3	1		
——	(**4233**.40)				
30.15		1	1.2		
25.28		1.2	2		
——	**4215**.67				
15.03		1	1		
10.26		1	?		
07.77		1.2	—		
4198.58		1.2	—		
98.01		1	—		
93.01		1	1		
90.87		3	1.2		
87.44		2	1		
——	**4185**.06				
71.02		2	—	Coinc. nicht mit 71.07 (Fe).	
62.33		2.3	?	dpl. $\Delta\lambda = 0.09$.	
58.58		2.3	1.2		
——	**4157**.95				
50.59		2	1.2		
39.58		2	—		
22.42		2	—		
——	**4121**.97				
21.47		4.5	3		
18.92		4.5	3	⊙ dpl. $\left\{\begin{matrix}18.92\\19.02\end{matrix}\right\}$ Co.	
10.69		4	2.3		
10.21		2	?		
09.83		1	—	Zweifelhaft.	
04.89		2	1	ss.	
04.57		2	?		
4097.37		2	?		
96.08		2	—	Getrennt von 96.12 (Fe).	
93.20		2	1		
92.98		2	1		
92.55		4	2	⊙ dpl. $\left\{\begin{matrix}92.56\\45\end{matrix}\right\}$ Co.	
86.47		3.4	2		
85.74		1.2	1		
84.28		1.2	?		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
——	**4083**.77				
4082.76		2.3	1		
81.63		1.2	—		
77.55		2.3	1		
76.74		2	—		
76.28		2.3	?	ss.	
69.70		1.2	—		
68.72		3	1.2	ss.	
66.52		3	1.2	ss.	
58.75		2.3	1	ss.	
58.36		2.3	2.3	ss.	
57.36		2	1	ss.	
57.10		2	—		
——	**4055**.70				
54.08		2	—		
53.08		2.3	1.2		
49.43		1.2	?		
45.53		4	2		
40.96		2	1		
40.76		1.2	1.2		
35.73		3.4	?	Coinc. wahrscheinlich mit ⊙ 35.75.	
——	**4029**.80				
27.21		3	1.2		
23.54		1.2	2		
21.05		3.4	2.3		
19.47		2	1		
——	**4016**.58				
14.12		2	1		
11.08		1	1.2		
3998.04		4	2.3		97.94
95.45		4.5	2.3	⊙ dpl. {95.45 35} Co.	95.33
94.65		1.2	2		
91.82		2	2		92.04
91.69		2	—		
90.45		2	—	Seitwärts von 90.52 (Fe).	90.84
87.26		2	?	In der Schattirung einer ⊙-lin.	87.74
——	**3986**.90				
79.65		3	2		79.34
79.03		1.2	—	v.	
78.80		3	2		
77.36		1.2	?		
75.48		1.2	—		
74.87		3	2		74.74
73.29		2.3	1.2		
3972.66		2	—	Zwischen zwei ⊙-lin	
69.25		2.3	—		69.44
61.14		2	?		
——	**3960**.43				
58.06		3	2		58.34
57.79		1	1.2		
53.05		3.4	2.3		53.04
52.47		2	?		
47.28		1.2	1		
45.47		3	2		45.53
41.87		3	2		41.53
41.01		2.3	2.3	Auch eine Fe-lin.	
——	**3937**.47				
36.12		4	2	⊙ {36.12 Co. 35.95 Fe.	36.13
34.05		2	1.2		
33.32		1	?		
29.42		2	?	Zwischen einer feinen ⊙-lin. und einer Dpl. Coinc.?	
25.32		1.2	—		
22.88		2.3	2	ss.	
21.24		1.2	?		
20.89		2	1.2	ss. ⊙ Tripl. {20.75 Fe. 89 Co. 99 Fe.	
20.28		2	?		
19.79		1.2	—		
17.26		2.3	—	⊙ 17.30 (Fe).	16.83
——	**3916**.88				
15.66		1	1		
10.08		3.4	2.3	⊙ enge Dpl. {10.08 Co. 09.98 Fe.	09.63
06.42		3	2		05.83
04.20		2	1		
3898.64		2	1	⊙ dpl. {98.65 55} Co.	
——	**3897**.60				
95.12		3.4	2		94.93
94.21		5	2	v. Umgekehrt. Cr hat 94.20 (3), vielleicht getrennt.	94.03
93.44		1.2	—		
93.19		1	1.2	s.	
92.26		1.2	—		
91.83		1.2	—		
85.40		2	2.3	ss. ⊙ vielleicht dpl. Entspricht der Comp. n. V. Comp. n. R. stärker = Fe, Cr.	
84.76		2.3	2	ss.	84.63

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3882.04		3.4	2.3	⊙ wahrscheinl. dpl. {82.12 04 Co.	81.63
81.18		1.2	2		
80.54		1.2	2		
76.99		3	2		76.72
——	**3875**.22				
74.10		3.4	2.3	v.	73.82
73.25		4.5	2.3	v. Umgekehrt.	73.02
70.65		2	1.2	s.	
66.92		1	1.2		
63.72		1.2	?		
61.29		3	2		61.12
60.55		2	1	Auch Mn.	
56.93		2	—	ss.	
51.97		2	1		
51.09		2.3	—	ss. Vielleicht eine schwache ⊙-lin. neben der starken lin. 51.00 (Fe).	
50.24		1.2	?		
45.59		4.5	2.3	v. Umgekehrt.	45.42
43.90		2	2		
——	**3843**.41				
42.20		3.4	2	v.	42.02
41.60		2	1	s.	
36.04		1.2	—		
35.82		1.2	?		
33.02		1.2	1.2		
20.02		2	?		
18.08		1.2	?		
17.02		2	?	Coinc. nicht mit ⊙ 17.05.	
16.58		2.3	1		16.31
16.46		2.3	2		15.72
14.58		2	—		
12.57		1.2	1		
11.16		1.2	1.2		
08.24		2	1.2		07.91
05.90		1.2	1		
——	**3783**.67				
3777.65		2	—		77.60
74.72		2	?	74.75 Mn? Getrennt.	74.60
60.52		1.2	—		
59.83		1.2	—		
——	**3756**.21				
55.59		2.3	1	s.	54.50
54.50		1.2	—	s.	
52.95		1	—		
51.75		2	1.2		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3750.06		2.3	1		
45.61		3.4	?		46.40
40.31		2	?		
36.05		2.3	1.2		35.80
34.30		2.3	1.2	s. Cu hat 34.33 aber v. und schwach.	
33.62		2.3	1.2		33.40
32.52		3	2.3	Auch Fe.	
——	**3732**.54				
31.42		1	1		
30.61		2.3	2	⊙ enge Tripl. {30.60 Co. 50 Fe. 43}	33.40
26.80		1.2	1		
12.31		2	1		12.20
11.80		1.2	1		
08.96		2.3	1.2		
07.61		2	1.2	⊙ dpl. {07.70 Ti. 60 Co.	
04.17		3	2.3		04.10
02.40		2.3	2		02.30
——	**3695**.19				
3693.65		2.3	2	s. 93.70 Mn. Getrennt.	93.39
93.53		1.2	1		
93.27		2.3	—		92.99
90.87		2	2	ss.	90.79
86.63		1.2	—		
85.13		1.2	—		
84.62		2.3	1		
83.18		3.4	2.3	Auch Fe.	83.09
76.69		3	1.2		
70.20		1 2	2		
——	**3667**.40				
62.33		—	—	62.37 Ti getrennt.	62.38
58.05		1.2	2	Auch eine schwache Fe-lin.	
57.12		2	1	s.	56.68
54.59		2	1	ss.	54.58
52.68		2.3	2		
51.42		2	—	ss.	
49.47		3	2.3	Auch eine unbedeutende Fe-lin.	49.38
48.30		2	?		
47.82		2.3	?		
47.25		2	1		
45.60		1.2	?		
45.36		2	—		
43.34		2.3	—	Auf der Kante d. ⊙-lin. 43.30.	43.28

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3641.95		2.3	1.2		41.68
——	**3640**.54				
39.63		2.3	1.2	⊙-lin. wahrscheinl. dpl.	39.48
37.49		2	—	ss. Fe 37.45 getrennt.	
36.89		2	2	ss.	36.68
34.86		2.3	2		34.78
33.52		1.2	?	s.	
33.00		2.3	1.2		32.78
32.12		2	—		
31.55		3	—		
27.96		3.4	2		27.88
25.13		2.3	1		
24.48		2	2		
20.59		2	2		
18.17		1.2	?		
15.56		2	1		15.38
——	**3612**.22				
11.89		2.3	1.2		11.88
09.92		1.2	1		
08.50		1.2	—	08.55 Mn getrennt.	
05.50		3	3	⊙ dpl. {05.62 Fe. 50 Co.	05.58
05.19		2	1		
04.62		2	1		
00.99		1.2	—		
——	**3597**.19				
3596.67		2	1		
95.00		3.4	2	Umgekehrt.	94.98
91.92		1.2	1		
89.44		1	—		
87.30		5	3.4	v. Umgekehrt.	87.28
86.20		1.2	?	⊙ dpl.? {86.30 Fe. 20 Co.	
85.92		1.2	?	85.90 Fe getrennt.	
85.28		3.4	2	Umgekehrt.	85.28
84.92		2.3	1.2	ss.	
82.00		2	?		
79.16		2	?		
79.01		2	?		
78.20		2	1		77.98
77.80		1.2	?		
77.36		1.2	1.2	Ni, Co?	
75.48		3.4	2	v. Umgekehrt.	75.47
75.06		3	2	v. Umgekehrt.	75.07
——	**3570**.22				
69.48		5	2	vv. Umgekehrt.	69.47
68.36		1.2	2		

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3565.08		3	2	Umgekehrt.	65.07
64.25		2	2		
63.04		2.3	1	ss.	
62.22		2.3	1	ss.	
61.01		3	2	Umgekehrt.	61.07
60.44		2	—		
58.90		2.3	2	ss.	
53.28		1.2	1		
53.12		2.3	1	⊙ Tripl. {53.12 Co. 52.98 Fe. 85 Co.	52.97
52.85		2	1		
50.72		3	2	Umgekehrt.	50.67
48.60		2.3	1		48.57
46.86		2	1		
——	**3545**.33				
43.40		3	1.2	ss.	43.37
34.92		2	?		
33.49		3.4	1	Umgekehrt.	33.37
29.92		4.5	3	v. Umgekehrt. Auch eine schwache Fe-lin.	29.87
29.17		3	2		28.96
26.96		4.5	2.3	v. Umgekehrt.	26.86
25.97		1.2	2		
23.85		2.3	1.2		
23.57		3	2	Umgekehrt. ⊙ dpl. {23.57 47} Co.	23.46
23.00		2	2	23.03 Fe, getrennt.	
21.70		3	2.3	Umgekehrt.	21.46
20.20		3	3		20.06
19.90		2	3	Ni, Co?	
——	**3518**.49				
18.49		3.4	2.3		18.26
13.62		3.4	2.3		
12.78		3.4	2.3		12.56
10.53		3.4	3	⊙ dpl.? Co = Comp. n. R.	10.26
09.98		3.4	2	⊙ dpl. 10.01 Fe, getrennt.	09.86
06.44		4	3	v. Umgekehrt.	06.16
05.28		1.2	—		
04.88		2	?		
03.86		1.2	1		03.96
02.76		3	2.3	v. Umgekehrt.	02.56
02.41		4.5	3	v. Umgekehrt.	02.16
3496.83		3	2	Umgekehrt ⊙ dpl.	96.56
95.82		3.4	2.3		95.66
92.15		1.2	1.2		
——	**3491**.46				
91.46		2.3	2.3		91.16

Cobalt λ	R	i Co	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3490.89		2.3	?		
89.54		4	2.3	Umgekehrt.	89.36
87.86		2	1	Bei 87.82 Ca v. (u. K.-R.).	
85.49		3.4	2.3	Auch unbedeutende Fe-lin.	85.25
83.55		3	2	Umgekehrt.	83.25
80.16		1.2	—		
78.90		2	1.2		78.55
78.69		2	2		
3478.01		1.2	1.2		
76.49		2	2		76.55
74.66		2	1	⊙ dpl.	
74.15		4	3	v. Umgekehrt. ⊙ dpl.? Comp. n. V. Co.	73.95
71.52		2.3	3	⊙ dpl.? 71.52 Co. 47 Fe.	

Spectrum des Nickels.

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
—	**5896**.15				
5893.13		2.3	2		93.22
—	**5859**.81				
58.03		2	2		57.72
47.26		1	1.2		
—	**5806**.95				
05.45		2	2		
5796.35		1	1		
—	**5763**.22				
61.10		2.3	1.2		
54.86		3	2.3		
48.57		1.2	1.2		
—	**5715**.31				
15.31		3	2	Auch eine Ti-linie.	
12.10		3	2		
09.80		3.4	2		
—	**5701**.77				
5695.22		3	1.2	v.	
82.44		3.4	1.2	v.	
—	**5675**.65				
70.22		2	1		
64.28		2.3	1.2		
49.90		2.3	1.2		
—	**5645**.83				
43.31		1.2	1	v.	
42.08		1.2	1		
39.02		1.2	—		
37.32		2	1.2		
28.62		1.2	1		
5625.56		3	1.2		
—	**5615**.88				
15.00		3	1.2	s.	
00.29		2	1.2		
5594.00		3	1.2		
92.44		3.4	2	s. ⊙-lin. enge Dpl. Coinc. m. Comp. n. R.	
89.63		2	1	v.	
88.12		2.3	1.2	s.	
—	**5582**.19				
78.98		2.3	1.2		
—	**5555**.11				
53.97		2	1.2	s.	
—	**5513**.21				
10.28		2.3	1.2	s.	
04.50		1.2	?		
—	**5497**.73				
5495.20		1.2	1	s.	
77.13		5	3		77.20
68.42		1	1		
—	**5466**.61				
62.71		2	1.2		
36.10		2.3	1.2	ss.	
—	**5434**.74				
24.85		2	1.2		
—	**5415**.42				
11.50		2	1.2	s.	
—	**5397**.34				
5392.68		1	1		

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
5388.71		1	1		
——	**5379**.77				
71.64		2.3	2		
——	**5270**.49				
5268.59		1	1		
——	(**5227**.40)			[1]	
20.51		1	1		
16.72		1	1		
——	**5198**.89				
5197.40		1	1		
92.70		1	?		
——	**5188**.95				
86.80		1	1		
84.78		1.2	1.2		
76.73		2	2		76.71
68.83		2.3	2		69.41
——	**5167**.57				
58.20		1	1		
55.92		3.4	2.3	v.	56.21
55.34		2	2	v.	
53.43		2	2		
46.64		4	2	v.	46.81
42.96		3.4	2	v.	43.11
——	**5141**.92				
37.23		4	2.3	ss.	37.91
31.94		1.2	1.2	v.	
30.55		1	1		
29.52		3	2.3		
25.39		2.3	2.3	⊙-lin. enge Dpl.	
21.74		1.2	?		
15.55		4	2.3	ss.	16.00
——	**5110**.57				
03.13		2	1.2		
00.13		3.4	2.3	v.	00.66
5099.50		2.3	2.3	s.	99.46
97.06		2	2	v.	
94.61		1	1.2		
89.13		1	1.2		
88.74		1	1.2		
84.27		4	2.3	v.	
——	**5083**.53				
82.55		2.3	2	v.	
81.30		5	2.3	v.	81.56
80.70		5	2.3		80.70
80.16		1.2	1.2		
——	**5060**.25				

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
5058.22		1	1		
51.74		1	1.2	vv. ⊙-lin. dpl. {51.75 85.	
49.01		2.3	2	v. Cr hat 48.96, deutlich getrennt.	
42.35		2.3	2	v.	
38.80		2	2		
35.55		5	2.3		35.56
——	**5020**.21				
18.50		2	2	vv.	
17.75		3.4	2.3		17.46
12.62		2	2	s.	
11.11		1.2	1.2	v.	
10.22		1	1		
03.92		1	1.2		
00.48		2.3	2	v. ⊙-lin. dpl.	
4998.42		2	2		
97.04		1	1.2	v.	
84.30		3.4	2.3		84.10
——	**4981**.92				
80.36		3.4	2.3		80.40
76.54		1	1.2		
——	**4973**.27				
71.54		1.2	2		
53.34		1.2	1.2		
46.20		1	1		
——	(**4950**.25)				
45.63		1.2	2	v.	
37.51		2	2	vv.	
36.02		2	2	s.	35.90
——	**4934**.25				
25.74		1.2	1.2		
18.86		1	1.2		
18.53		2.3	2	s.	18.40
14.15		2	1.2	v.	
12.22		1.2	1.2	v.	
04.56		3.4	2.3		04.70
——	**4890**.94				
4887.16		1.2	2		
74.95		1	1		
73.60		2	2		73.80
70.97		2	2	Cr hat bei 70.96 eine starke Linie getrennt von Ni und $\lambda_{Cr} < \lambda_{Ni}$.	
66.42		3.4	2		66.20
64.46		1	1.2	v.	
64.11		1.2	1	v.	

[1] Die Linien 5227.40, 4950.25, 4780.10 sind Rowland's Atlas des Sonnenspectrums entnommen.

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
——	**4859**.93				
4857.57		1.2	2		
55.57		3	2.3		55.60
52.70		1.2	2	v.	
43.27		1	1.2		
38.80		2	2		
32.86		1.2	2		
31.30		2.3	2.3		31.10
29.18		3	2.3		29.30
——	**4824**.33				
21.29		1	1.2		
17.97		1	1.2		
14.77		1	1		
12.15		1	1		
09.05		1	1		
07.17		2	2		
——	**4805**.25				
4792.98		1	1.2		
86.66		3	2.3		86.64
86.42		1	1.2		
——	(**4780**.10)				
73.55		1	1		
64.07		2	2		
62.78		1.2	1.2		
56.70		3	2		55.84
54.95		1.2	1.2		
——	**4754**.23				
52.58		2	1.2		
52.30		1.2	1.2	Coinc. m. einer Cr-lin. Andere stärkere Cr-linien in der Nähe fehlen gänzlich.	
32.66		2	1.2		
32.00		2	1.2		
29.50		1	1		
28.06		1	1		
——	**4727**.63				
15.93		3	2		
14.59		4.5	3		14.54
12.24		1	1		
03.96		2.3	2	v.	
——	**4703**.18				
01.72		2	1.2		
01.52		1	1.2		
——	**4686**.39				
4686.39		2.3	2	s. Cr hat 86.38. Die Linien wahrscheinlich getrennt.	
75.80		1	1		

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
——	**4668**.30				
4667.96		2	1.2		
67.16		1.2	1.2		
55.85		1+	1		
48.82		3	2.3		47.88
47.47		1.2	1		
——	**4611**.45				
18.22		1.2	1	⊙-lin. dpl. {18.22 / 15} Ni.	
14.85		1	1		
06.37		2.3	1.2		
05.15		4	2.3		
00.51		3	2		
4596.11		2	—	v.	
95.07		2	1.2		
92.69		3.4	2.3	⊙ hat {92.70 Ni / 80 Fe} (K.-R.: 92.81).	
——	**4588**.38				
80.77		1.2	1.2		
67.59		1	—		
60.10		2	1		
——	**4554**.21				
53.37		1.2	1		
51.45		2	1		
47.44		2.3	1.2		
47.14		2	2	⊙ hat {47.15 Ni / 25 Fe} (K.-R.: 47.20).	
——	**4531**.40				
20.20		2.3	1	ss.	
13.20		2	1		
——	**4508**.46				
06.53		1	—		
——	**4494**.74				
4490.71		2	1	v.	
81.30		1	1.2	v.	
70.61		4	2.3		
66.54		2	1		
63.57		2	1.2		
62.59		4	2		
59.21		4.5	2	⊙-lin. dpl. {59.20 Ni / 30 Fe} (K.-R.: 59.30).	
——	**4456**.05				
50.44		1	—		
50.29		1	—		
42.61		2	—		

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4441.64		1	—		
37.75		2	—		
37.17		2.3	2		
——	**4435**.13				
23.24		1.2	1		
10.70		2.3	2	v.	
——	**4407**.85				
01.70		4.5	2	⊙-lin. dpl. {01.70 60} Ni.	
01.02		2	1.2		
4399.75		2	1		
98.78		1	1		
90.47		1.2	?	v.	
90.00		2	1		
86.62		1.2	?	v.	
84.68		2.3	1.2		
83.05		1	—		
——	**4376**.10				
70.21		1.2	1	v. ⊙ vielleicht dpl.	
68.45		2	1		
59.73		3	2	s. ⊙-lin. die mittlere einer engen Tripl. Cr hat 59.78, Ba 59.80.	
56.07		2	1.2	v.	
——	**4343**.39				
31.78		3	—		
30.85		2.3	1.2	Intensität der Ni-lin. variabel.	
25.75		2.3	1.2	s.	
25.49		1.2	1.2	v.	
——	**4308**.03				
07.40		1.2	1.2		
4298.94		1	1.2		
98.68		1.2	1		
97.15		1	2		
96.06		3	1		
——	**4293**.25				
88.16		3.4	2	⊙ dpl. {88.15 05.	
84.83		2.3	1.2		
——	**4254**.50				
52.25		1	1		
36.55		1.2	—		
31.23		2	—		
——	**4231**.15				
21.87		1	—		
02.33		1	—		
01.88		2.3	1.2	s.	

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Thalén
4200.61		2	1.2	s.	
4195.71		2.3	1.2	⊙ enge Dpl. {95.77 Fe. 71 Ni.	
——	**4185**.06				
84.65		1.2	—		
67.16		1.2	—	v.	
64.82		1	1	s.	
——	**4157**.95				
50.55		1.2	1.2	⊙ hat 50.48 Fe.	
43.12		1	1		
42.47		2	1.2		
42.34		1	1.2		
38.67		1	?		
23.96		1	—		
——	**4121**.97				
21.48		3	3	s. 21.41 Cr.	
16.14		2	1		
04.37		1	—		
——	**4088**.72				
4086.30		1	1		
75.75		1.2	—	v.	
75.05		1.2	—	s.	
73.08		1	—		
69.39		1	—		
64.55		2	—		
——	**4062**.60				
57.45		1	—		
46.91		1	—		
——	**4034**.64				
25.26		1.2	1.2		
22.20		1	—		
19.20		1.2	1.2		
17.65		2	—	vv.	
10.14		1.2	?		
06.30		2	1.2		
——	**4003**.92				
3995.45		3.4	2.3		
94.13		2	—	vv.	
84.18		2	—	vv.	
——	**3977**.89				
74.83		2	—	vv.	
73.70		4	2.3	⊙-lin. enge Dpl. {73.81 Fe. 70 Ni.	
72.31		2.3	2		
70.65		2	—	vv.	
54.61		1.2	—	vv.	
——	**3954**.00				

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3944.25		3.4	—	vv.	
——	**3916**.87				
14.65		1	?		
13.12		2	1.2		
12.44		1.2	1.2	vv.	
09.10		1.2	1.2	vv.	
05.67		1.2	4	Wahrscheinlich fremde Linie.	
3889.80		2.3	2	ss.	
——	**3886**.43				
71.73		1.2	1		
——	**3864**.44				
63.21		2.3	1.2		
58.40		4.5	3	Umgekehrt.	58.42
44.71		1.2	1		
44.40		1.2	2	vv.	
——	**3836**.23				
33.02		2	1.2		
32.44		2.3	4		32.32
31.82		3	3		
29.49		2.3	—		
11.46		1	1.2	⊙-lin. enge Dpl. {11.56 Ti. 46 Ni.	
07.30		4	3		07.22
——	**3805**.49				
3793.75		3	2	ss.	
92.48		2.3	2	ss.	
83.67		4	2.3		83.62
78.22		1.2	1.2		
75.71		4.5	2.3		75.62
——	**3774**.48				
72.70		2.3	2	s.	
69.58		1	1.2		69.50
62.76		2	1		
49.15		2	2.3	ss. ⊙-lin. wahrscheinl. dpl.	
44.68		2.3	2	ss.	
——	**3743**.50				
39.89		1	1.2		
39.36		2.3	2	⊙-lin. Tripl. {39.46 Fe. 36 Ni. 26 Fe.	
36.94		3.4	3.4	ss.	36.70
30.88		1.2	2		
29.05		1	2		
24.95		1.2	1.2		24.80
22.63		3	4	Ni-lin. am Rande der ⊙-lin. n. V. 22.70 Fe, Ti.	
——	**3716**.58				

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3715.61		1.2	2		
13.87		1	1		
13.49		1	1		
3697.04		1	1		
94.10		2	2.3	⊙-lin. enge Dpl. {94.20 Fe. 10 Ni.	
88.58		2.3	2.3	ss.	88.19
——	**3684**.26				
83.65		1	?		
74.28		3.4	2	ss. ⊙-lin. dpl. {74.28 Ni. 18 Fe.	73.99
70.57		2.3	2.3	ss.	70.29
69.38		2	2	ss. ⊙-lin. dpl. {69.37 Ni. 30 Fe.	
68.35		1	1.2		
64.24		3	2.3	ss. ⊙-lin. dpl. {64.24 Ni. 16 Fe.	63.99
62.10		2	1.2	ss.	
——	**3658**.69				
44.13		1	—	Ob Ni?	
42.58		1	—		
41.78		1.2	1.2		
——	**3635**.62				
35.10		2	2	ss. ⊙-linie enge Dpl.	35.49
30.04		1.2	1.2		
24.87		3	2.3	ss. ⊙-lin. dpl. {24.97 Fe, Ti. 87 Ni.	24.68
19.52		5	5	vv. Umgekehrt.	19.38
12.86		3.4	2.3		12.68
11.58		1	1		
10.60		4	3	Umgekehrt.	10.38
09.44		2.3	2		
07.02		1	1		
——	**3605**.63				
02.41		2.3	2		
3597.84		3.4	3.4	v.	97.58
88.08		2.3	2.3	ss.	
——	**3583**.48				
77.37		1	1		
71.99		3.4	3	v. Umgekehrt.	71.78
66.50		4.5	4	vv. Umgekehrt.	66.27
61.91		2	1.2	ss.	61.67
60.08		1	1		
——	**3558**.67				
53.63		2	2		53.37
51.66		2.3	2		51.37
48.34		2.3	2.3	Auch Mn.	48.07
——	**3540**.27				

Nickel λ	R	i Ni	i ⊙	Bemerkungen	Liveing u. Dewar
3533.89		1	1	v.	
30.73		1.2	1.2		30.47
29.76		1	1		
29.03		1.2	1		
28.13		2.3	2		
24.65		5	4	vv. Umgekehrt.	24.46
23.19		1.2	1.2		
19.90		3	2.3		19.66
18.80		2	2		18.56
16.35		2	1.2		
15.17		4.5	4	vv. Umgekehrt.	14.96
14.06		2.3	2.3		
—	**3510**.99				
10.47		4	4	vv. Umgekehrt.	10.26
07.85		2	2	s.	07.86
3502.76		2	2		
01.00		3	2.3		00.55
3496.50		1	1		
93.10		4.5	4	vv. Umgekehrt.	92.85
—	**3486**.04				
86.04		2.3	2		85.75
80.36		1	1		
79.43		1	1		
78.48		1	1.2		
72.68		3.4	3	v. Umgekehrt.	72.45
69.64		2.3	3	s.	69.45
67.63		2.3	2	s.	67.35
62.95		1	2	Ob Ni?	
61.78		4	4	vv. Umgekehrt.	61.66
58.59		4	4	vv. Umgekehrt.	58.45

Wie aus der letzten Columne dieser Cataloge hervorgeht ist die Anzahl der Linien, welche von THALÉN im Spectrum des Inductionsfunkens beobachtet worden sind allerdings gering, aber immerhin genügend um eine Vorstellung von der bei seinen Beobachtungen erreichten Genauigkeit zu gewinnen. Bildet man nämlich die Differenzen unserer Wellenlängenwerthe, so findet man, dass dieselben einen völlig zufälligen Character besitzen und es ergiebt sich für den wahrscheinlichen Fehler[1] einer von THALÉN bestimmten Wellenlänge:

Aus den Beobachtungen des Cobaltspectrums

$$s_1 = \pm 0.32 \text{ Å. E.}$$

Aus den Beobachtungen des Nickelspectrums

$$s_{11} = \pm 0.24 \text{ Å. E.}$$

Unter den Linien des Cobalts giebt es eine, λ 5359.4, bei welcher die Differenz H.—TH. den ganz vereinzelt stehenden grossen Betrag von — 1.34 Å. E. erreicht. Schliesst man bei der Ableitung des wahrscheinlichen Fehlers diese Linie aus, so ergiebt sich

$$s_1 = \pm 0.26 \text{ Å. E.}$$

in voller Uebereinstimmung mit dem wahrscheinlichen Fehler der Beobachtungen des Nickels und demjenigen der schon früher besprochenen Messungen des Titans. Unter den Spectralbeobachtungen jener Zeit werden demnach schwerlich welche zu finden sein, die an Genauigkeit den THALÉN'schen gleichgestellt werden können.

Die Differenzen zwischen meinen Wellenlängen und denjenigen von LIVEING und DEWAR in dem uns gemeinschaftlichen ultravioletten Theil des Spectrums, zeigen einen

[1] In diesen Werthen ist der wahrscheinliche Fehler meiner Beobachtungen mit eingeschlossen. Da derselbe jedoch kaum ± 0.02 Å. E. übersteigt, so stellen die obigen Zahlen auch den wahrscheinlichen Fehler der THALÉN'schen Messungen auf das ROWLAND'sche System bezogen dar.

etwas anderen Verlauf. Dieselben sind nämlich fast durchweg positiv, entsprechend einer systematischen Abweichung von im Mittel

H.—LD. = + 0.12 Å. E. für Cobalt,
= + 0.19 » » Nickel.

Da indessen die Wellenlängen von LIVEING und DEWAR auf den älteren ROWLAND'schen Werth der Wellenlänge der D-linien bezogen sind, für welchen von BELL später die Correction + 0.06 Å. E. gefunden worden ist, so hat man, um die obigen Differenzen auf das Wellenlängensystem meiner Beobachtungen zu reduciren, denselben die Correction — 0.06 hinzuzufügen, wodurch schliesslich

H.—LD. = + 0.06 Å. E. für Cobalt,
= + 0.13 » » Nickel

oder im Mittel

H.—LD. = + 0.10 Å. E.

resultirt. Diese Uebereinstimmung dürfte jedenfalls als recht befriedigend angesehen werden können.

Das Vorkommen des Cobalts und des Nickels in der Sonnenatmosphäre ist eine schon längst bekannte Thatsache und geht aus der Vergleichung der dritten und vierten Columne sofort hervor. Ordnet man die Linien in Gruppen nach ihren Intensitäten, so ergiebt sich für die Anzahl der Coincidenzen und Nichtcoincidenzen jeder Gruppe die folgende Uebersicht:

Cobalt.

i	Coinc.	Nicht-Coinc.
1 — 1.2	73	150
2 — 2.3	143	106
3 — 3.4	76	17
4 — 4.5	29	2
5 — 6	5	0

Nickel.

i	Coinc.	Nicht-Coinc.
1 — 1.2	118	34
2 — 2.3	114	11
3 — 3.4	45	2
4 — 4.5	22	0
5 — 6	6	0

Man sieht dass die Nickellinien, namentlich die schwächeren Classen mit bedeutend grösserer Vollständigkeit im Sonnenspectrum vertreten sind als diejenigen des Cobalts. Während für Nickel von der ganzen beobachteten Anzahl nicht weniger als 86.5 % entsprechende Sonnenlinien haben, beträgt für Cobalt diese Procentzahl nur 54.3. Würde man mit Rücksicht darauf, dass in der schwächsten Classe wahrscheinlich mehrere von fremden Verunreinigungen herrührende Linien vorkommen, diese Classe ausschliessen, so würden die betreffenden Zahlen in resp. 93 und 66 übergehen. Der bedeutende Unterschied in dieser Beziehung zwischen den beiden Metallen würde also auch dann bestehen bleiben. Dies scheint darauf zu deuten, dass in der Sonnenatmosphäre Nickel in grösserer Menge vorhanden sein muss als Cobalt. Um diese Vermuthung zu prüfen habe ich die Sonnenlinien der Coincidenzen nach ihrer geschätzten Intensität in Gruppen geordnet und in jeder Gruppe die Anzahl in Procenten der Gesammtzahl der Coincidenzen ausgedrückt und somit erhalten:

$i_\odot$	Co	Ni
1	120 = 37 %	70 = 23 %
1.2	74 = 22.5 »	96 = 31.5 »
2	84 = 25.6 »	77 = 25.2 »
2.3	31 = 9.4 »	40 = 13.1 »
3	15 = 4.6 »	9 = 3 »
>3	2 = 0.6 »	13 = 4.2 »

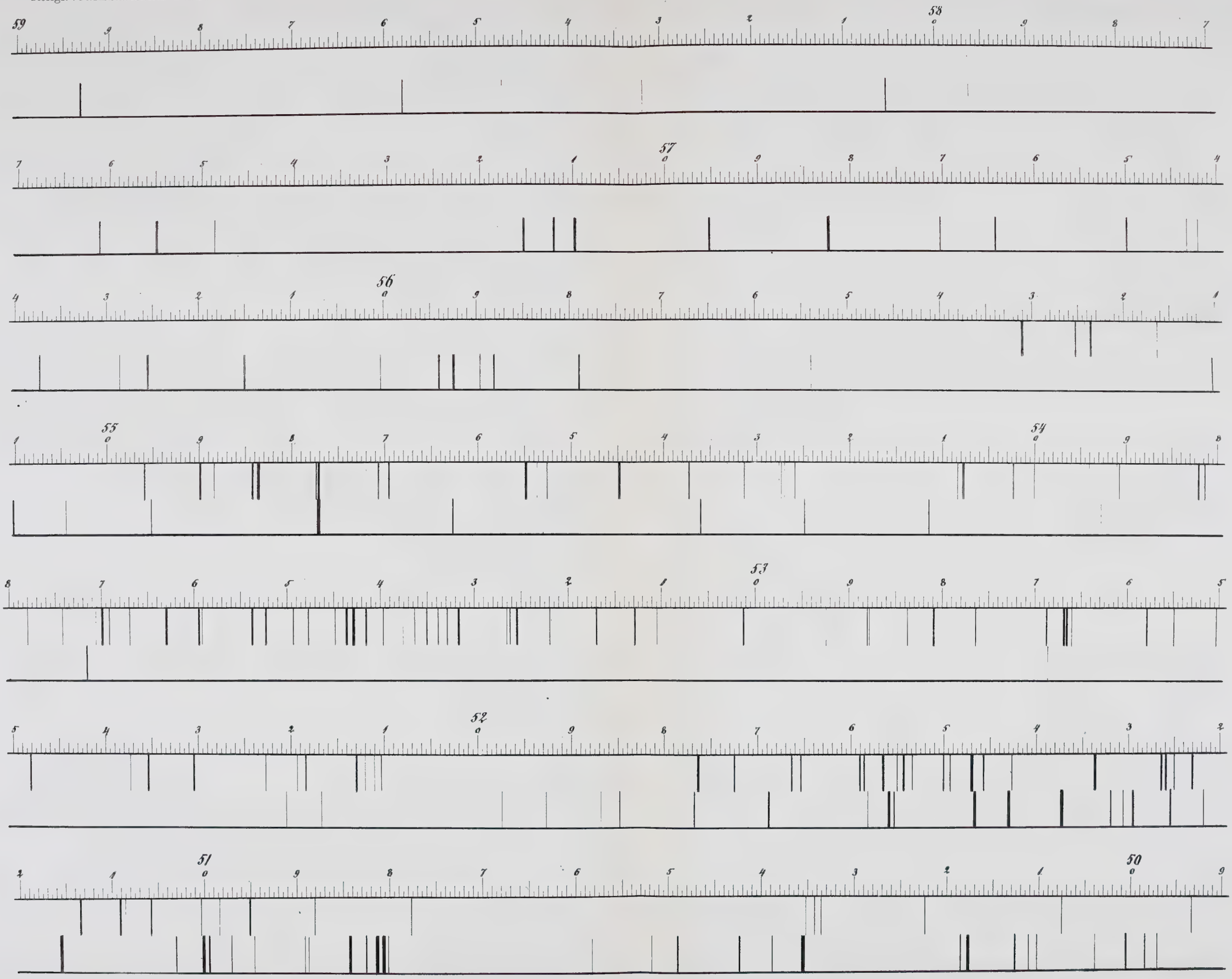
Es geht aus dieser Tafel hervor, dass unter den coincidirenden Sonnenlinien die schwächsten bei Cobalt in merklich grösserer Menge als bei Nickel vertreten sind, während für die stärkeren das Gegentheil stattfindet. Die Annahme einer intensiveren Absorption durch Nickel als durch Cobalt scheint demnach einigermassen begründet und da wegen des fast gleichen Atomgewichts der beiden Metalle dieselben sich in demselben Temperaturniveau auf der Sonne befinden müssen, so wird diese stärkere Absorption seitens der Nickeldämpfe auch einer grösseren Menge derselben entsprechen.

Erläuterung zu den Tafeln.

Die beigefügten Tafeln sind Lichtdruckreproductionen von Zeichnungen, welche nach dem Aussehen der Originalnegative im Beobachtungsmikroskop möglichst genau hergestellt worden sind. Um den Vergleich der beiden Spectra zu erleichtern sind dieselben unmittelbar neben einander, Cobalt oben und Nickel unten gezeichnet.

Spectrum des Cobalts und des Nickels.

Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd. 28 N:o 6.



Hasselberg del.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm

Spectrum des Cobalts und des Nickels.

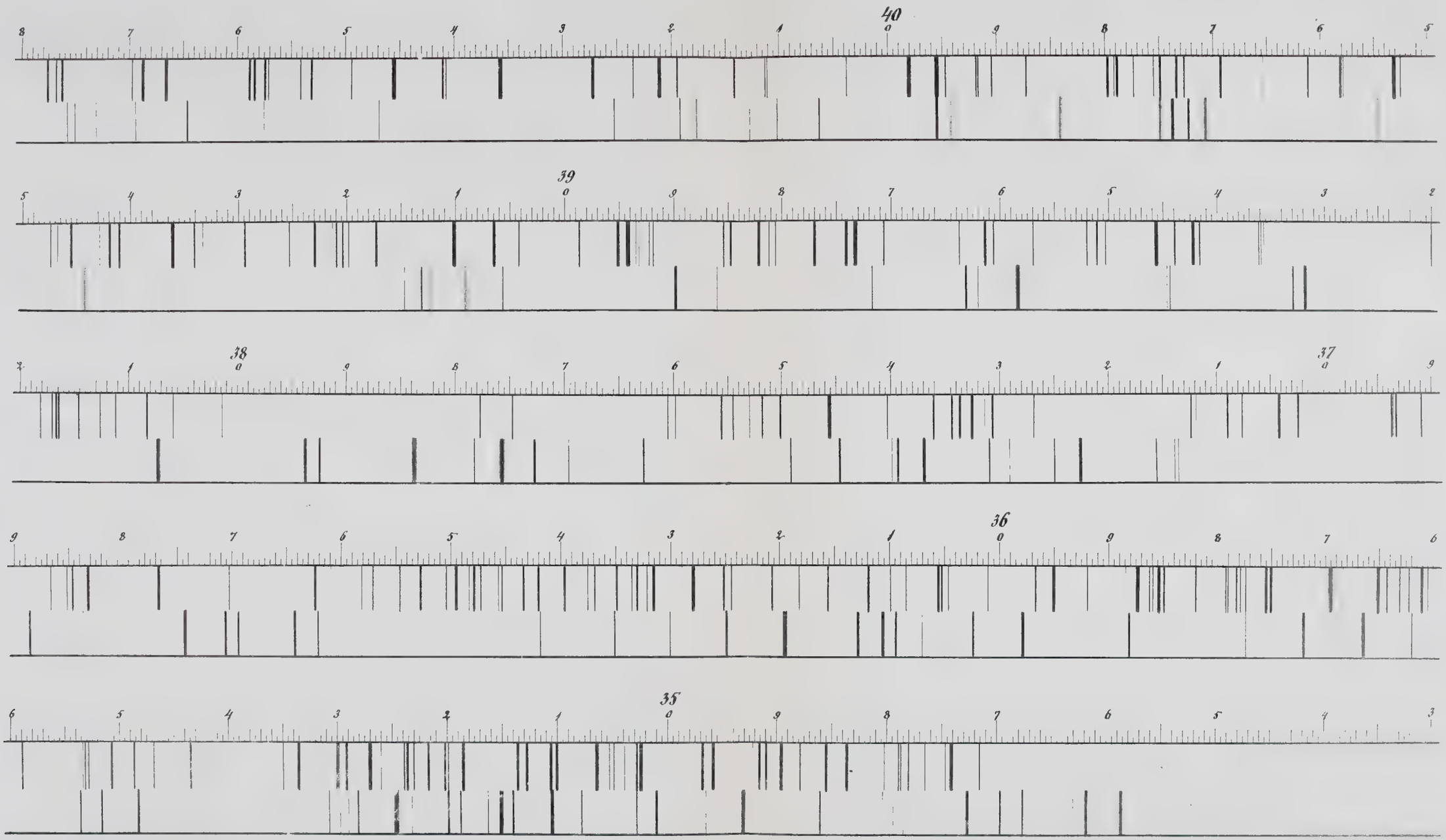
Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd. 28 N:o 6.

Hasselberg del.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm

Spectrum des Cobalts und des Nickels.

Kongl. Vet. Akad. Handl. Bd 28 N:o 6.



Hasselberg del.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst. Sthlm

KONGL. SVENSKA VETENSKAPS-AKADEMIENS HANDLINGAR. Bandet 28. N:o 7.

PHOTOGRAPHISCH-OPHTHALMOMETRISCHE UND KLINISCHE

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

HORNHAUTREFRACTION

VON

ALLVAR GULLSTRAND.

MIT 7 TAFELN.

DER K. SCHWEDISCHEN ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN EINGEREICHT AM 14 OCTOBER 1896.

GEPRÜFT VON B. HASSELBERG UND R. TIGERSTEDT.

STOCKHOLM, 1896.

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER.

I.

Photographische Ophthalmometrie.

Unsere Kenntniss von der Form der menschlichen Hornhaut ist in den letzten 15 Jahren vielfach bereichert worden. Ich brauche nur daran zu erinnern, dass die von v. Helmholtz auf seine fundamentalen ophthalmometrischen Untersuchungen gegründete Ansicht, die optische Form der Hornhaut sei am nächsten mit der elliptischen zu vergleichen, jetzt kaum mehr aufrecht erhalten werden kann. Zwar hat wohl v. Helmholtz kaum gemeint, dass das Hornhautellipsoid als ein genauer mathematischer Ausdruck für die wirkliche Form der Hornhaut aufgefasst werden sollte, sondern er hat die elliptische Krümmung als ersten Annäherungswerth statt der sphärischen aufgestellt, und wenn es auch durch spätere Untersuchungen jetzt bewiesen ist, dass diese Krümmung zu viel von der wirklichen abweicht, um gewisse Phänomene damit hinreichend genau in Übereinstimmung bringen zu können, so wird natürlich dadurch der Werth seiner Untersuchungen keine Einbusse erleiden: er hat den ersten Riesenschritt gemacht; dass weitere Schritte folgen sollten, liegt eben in der Natur der stetig fortschreitenden Wissenschaft.

Der ursprüngliche v. Helmholtzsche Ophthalmometer litt theils an gewissen mechanischen Konstruktionsmängeln, theils war die Untersuchung damit viel zu unbequem, um in die Klinik Eingang zu finden und für die sehr zahlreiche Untersuchungen fordernde genauere Bestimmung der Form der ganzen Hornhaut anwendbar zu sein. Uebrigens konnten die Untersuchungen nur im horizontalen Meridiane der Hornhaut angestellt werden. Die letzten Uebelstände sind nunmehr hauptsächlich durch die Arbeiten Javals in glücklichster Weise gehoben worden, wodurch auch die Ophthalmometrie jetzt überall in die Kliniken Eingang gefunden hat, so dass sie auch in den letzten Jahren zu Untersuchungen der Krümmung der Hornhautperipherie angewandt worden ist. Andererseits hat Aubert[1] schon vor elf Jahren die hauptsächlichen Konstruktionsmängel des ursprünglichen Ophthalmometers beseitigt und mit seinem so verbesserten v. Helmholtzschen Instrumente Untersuchungen ausgeführt, die zum ersten Male den Beweis erbrachten, dass die Krümmung der Hornhaut nicht füglich als eine elliptische angesehen werden kann. Er fand, dass in der Hornhaut zwei verschiedene Zonen zu unterscheiden sind, eine central gelegene sogenannte optische Zone, welche ungefähr der Grösse einer mittelweiten Pupille entspricht, von annähernd sphärischer Krümmung, und eine periphere Rand- oder Scleralzone von

[1] H. Aubert, Nähert sich die Hornhautkrümmung am meisten der Ellipse? Pflügers Arch f. d. ges Physiologie, Bd. XXXV, 1885, S. 600.

stark abgeflachter Form. In einem späteren Aufsatze[1] hat er dann weiter die Frage behandelt, in wie weit die mit dem Ophthalmometer erhaltenen Werthe zur Berechnung einer Krümmungscurve für die ganze Hornhaut verwendbar sind. Das Instrument wurde jetzt weiter verbessert, hauptsächlich durch die Anwendung glühender Platindrähte als leuchtender Objecte. Obschon nun diese im Fernrohre des Ophthalmometers »als Linien ohne Durchmesser» erschienen, ergaben doch die Messungen bedeutende Unterschiede, und bei Kontrolluntersuchung an einer Glaslinse wurde der Radius derselben zwischen 10,08 und 10,37 mm. variirend gefunden, also ein möglicher Fehler von 0,25 mm. Radius constatirt. Wenn solche Fehler bei Anwendung eines genau construirten Ophthalmometers einem mit dem Instrumente vertrauten Beobachter vorkommen können, so muss man freilich über die Genauigkeit der modernen klinischen Ophthalmometrie staunen, wenn man erfährt, wie die Autoren 0,1 Dioptrie der Refraction, entsprechend 0,02 mm. Radius ablesen und in schönen, regelmässig verlaufenden Curven eintragen. AUBERT zieht den Schluss, dass man weder zur Annahme eines Kreises für den mittleren Theil des horizontalen Meridianes der Hornhaut noch zur Annahme einer bestimmten zu Grunde zu legenden Ellipse nach Aussage der Messungen berechtigt ist. Was wir wissen, ist also nur, dass die Scleralzone der Hornhaut bedeutend abgeflacht ist im Verhältniss zur optischen Zone, aber ob diese eine Krümmung hat, die sich der elliptischen oder vielleicht derjenigen einer offenen Curve mehr nähert als der sphärischen, das wissen wir nicht.

Schon vor AUBERT hatte BLIX[2] gefunden, dass die Hornhautkrümmung sich einer Ellipse nicht hinreichend genau anschliesst, ohne indessen über die Form der Hornhaut weitere Untersuchungen anzustellen.

Die Untersuchungen von LEROY[3] mit seinem Ophthalmometer betrafen nur fünf Punkte der Hornhaut. Er mass die Krümmung im vertikalen und horizontalen Meridiane beim Blicke geradeaus im Objektiv des Ophthalmometers und bei einer Wendung der Blicklinie um 19° nach beiden Richtungen im horizontalen und vertikalen Meridiane. Die in dieser Weise gefundene Abflachung der Hornhaut nach der Peripherie war am grössten nasalwärts, am geringsten temporalwärts, hatte aber im vertikalen Meridiane einen mittleren Werth, und zwar ungefähr den gleichen nach oben wie nach unten. Die mittlere Abflachung im horizontalen Meridiane findet LEROY ungefähr gleich derjenigen im vertikalen, genau genommen ein wenig grösser.

Nachdem ich die diesem Aufsatze zu Grunde liegenden Untersuchungen schon angefangen hatte, sind nach einander zwei Arbeiten über die Ophthalmometrie der Hornhaut erschienen, auf welche hier etwas näher eingegangen werden muss. Die erste ist von SULZER.[4] Er mass mit dem Ophthalmometer von JAVAL die Refraction der Hornhaut (die Krümmung in Dioptrien gerechnet) bei Fixation des Objectives sowie bei Wendung der Blicklinie um 5°, 10°, 15° u. s. w. nach oben und unten, temporalwärts und nasalwärts.

---

[1] H. AUBERT, Die Genauigkeit der Ophthalmometermessungen, Ibid, Bd. XLIX, 1891, S. 626.

[2] M. BLIX. Oftalmometriska studier. Upsala Läkareförenings förhandlingar, Bd. XV, 1880.

[3] C. J. A. LEROY. Recherches sur l'influence exercée par les muscles de l'oeil sur la forme normale de la cornée humaine. Archives de physiologie 1889.

[4] La forme de la cornée humaine et son influence sur la vision. Archives d'ophthalmologie, Bd. XI, 1891, S. 419 und Bd. XII, 1892, S. 32.

Durch Drehen des Ophthalmometers um die vertikale Achse derart, dass die Spiegelbilder immer genau im Centrum des Gesichtsfeldes des Fernrohres sich befanden, meint er die Ophthalmometerachse immer senkrecht zum gemessenen Flächenelemente gehalten zu haben. Dazu ist aber ausserdem noch erforderlich, dass die weissen Figuren des Ophthalmometers bei jeder einzelnen Messung symmetrisch zur optischen Achse, also auf gleichen Graden des Perimeterbogens stehen. Darüber finden sich aber keine Angaben, was jedoch um so wünschenswerther gewesen wäre, als beim Gebrauche des Javalschen Instrumentes gewöhnlich nur die eine weisse Figur verschoben wird. Für gewöhnliche Untersuchungen ist freilich dieser Modus hinreichend genau; da indessen Sulzer sich überzeugt hat, dass die Refraction in Zehnteln von Dioptrien, also mit einer sehr grossen Genauigkeit gemessen werden kann, so wäre die Vorsichtsmassregel, bei jeder Messung die weissen Figuren gleich weit von der Ophthalmometerachse zu haben sicherlich nicht überflüssig. Eine Kontrollprüfung dieser Genauigkeit, z. B. durch wiederholte Untersuchungen einer Glaslinse, scheint nicht stattgefunden zu haben. Die Resultate scheinen einer einmaligen Untersuchung jedes einzelnen Punktes entnommen zu sein, wenigstens finden sich keine Angaben über Serienuntersuchungen, deren Mittelwerthe verwendet worden wären. Zum Javalschen Ophthalmometer gehören, wie bekannt, mehrere doppeltbrechende Prismen, um die Untersuchung mit Verwendung von verschieden grossen Flächenelementen ausführen zu können. Welches Prisma angewandt worden ist, darüber ist nichts ausdrücklich gesagt. Da aber angegeben wird, dass, wenn die eine Figur in der Nähe des Limbus undeutlich wird, der Mittelpunkt des gemessenen Elementes um 1,5 Mm. vom Limbus entfernt ist, scheint das Prisma mit 3 mm. Verdoppelung[1] verwendet worden zu sein. Was aber unter solchen Umständen mit dem Ophthalmometer z. B. bei Wendung des Blickes 5° nasalwärts gemessen wird, ist natürlich lange nicht der Radius in demjenigen temporalwärts gelegenen Punkte, wo die Normale einen Winkel von 5° mit der Gesichtslinie bildet, sondern es ist ein Ausdruck für den Winkel, welchen die Normalen in zwei um je 1,5 mm. vom letztgenannten Punkte entfernten Punkten einschliessen. Nun ist aber dieser Winkel bei der Construction des Instrumentes, nach welcher eine Verschiebung der einen weissen Figur um einen Grad einer Dioptrie Refractionsdifferenz entspricht, in Graden ausgedrückt gleich dem halben Refractionswerthe in Dioptrien, also bei Untersuchung der centralen Theile der Hornhaut, wo die Refraction gewöhnlich 40 Dioptrien übersteigt, grösser als 20°. Was demnach als Radius für ein 5° temporalwärts gelegenes Flächenelement angesehen wird, ist ein Mass des Winkels von zwei Normalen, von denen die eine etwa 15° temporalwärts, die andere etwa 5° nasalwärts von der Gesichtslinie verläuft! Die in dieser Weise erhaltenen Resultate sind in Curven eingetragen worden, wobei als Abscissen die angulären Distanzen von der Gesichtslinie mit einer Einheit von 5° und als Ordinaten die erhaltenen Refractionswerthe in Dioptrieeinheiten angenommen sind. Zur besseren Uebersichtlichkeit giebt er auch ähnliche Diagramme von einer Sphäre, einem Ellipsoide u. s. w., mit welchen die gefundenen Hornhautdiagramme verglichen werden. Auch zur Untersuchung der sphärischen Aberration der Hornhaut dient ein solcher Vergleich mit dem Diagramme eines für einfallende parallele Strahlen aplanatischen Ellipsoides. Da keine Angaben über die Construction dieses

[1] Bei dem neuesten Modelle von 1889 ha dieses Prisma eine Verdoppelung von 2,94 Mm.

Diagrammes vorliegen, ist es wohl wahrscheinlich, dass für jede Winkeldistanz der Radius berechnet und der betreffende Refractionswerth dann eingetragen worden ist. Dass aber eine Vergleichung zwischen zwei verschiedenen Diagrammen, von welchen das eine wirkliche Werthe enthält, das andere aber nicht, keine genauen Resultate geben kann, ist einleuchtend. Ein solcher Vergleich setzt natürlich voraus, dass die ophthalmometrisch gefundenen Werthe wirklich der Refraction im angegebenen Punkte entsprechen. Später bei der Verwendung der Resultate zu anderen Diagrammen sagt aber SULZER theils, dass die bei einer Wendung des Blickes um 5° erhaltenen Masse einer zur Gesichtslinie concentrischen Zone zugeschrieben werden, deren innere Grenze einem Kreise von 0,6 Mm. Radius, deren äussere einem solchen von 1,8 Mm. entspricht u. s. w., und theils, dass dieselben Masse einer zwischen den Winkeldistanzen 5° und 10° von der Gesichtslinie gelegenen Zone angehören, Angaben, welche, schwer mit einander in Einklang zu bringen sind. Ein Beispiel wird am besten zeigen, wie die Verwendung von einer so grossen Verdoppelung wie 3 Mm. zur Berechnung der Krümmung in verschiedenen um nur 5° Winkeldistanz entfernten Punkten zu Irrungen Anlass geben kann. Gesetzt nämlich, wir hätten eine Fläche zu messen, die eine central gelegene sphärische Calotte mit einer basalen Chorda von genau 3 Mm. in allen Richtungen hätte, und die peripherwärts gelegenen Theile zeigten eine schnell zunehmende Abflachung. Bei einem Radius der sphärischen Calotte von 7,8 Mm. würde dann die Abflachung erst bei etwas mehr als 11° Winkeldistanz beiderseits vom Mittelpunkte der Calotte beginnen, und das Diagramm würde von 10° temporalwärts bis 10° nasalwärts eine gerade horizontale Linie zeigen. Bei Messung mit dem Ophthalmometer würde aber schon bei einer Winkeldistanz von 5° die eine weisse Figur im abgeflachten Theile der Fläche gespiegelt werden, und das nach der Messung erhaltene Diagramm würde eine schon vom Nullpunkte nach beiden Richtungen stetig fallende, nach oben convexe Curve ergeben. In der That ist dieses Beispiel sehr zutreffend, da SULZER selbst aus seinen Curven die Schlüsse zieht, dass die centralen Theile der Hornhaut wenig von der Form einer sphärischen Calotte abweichen, und dass in einem gewissen Abstande vom Schnittpunkte der Gesichtslinie mit der Hornhaut, im Mittel bei einer Winkeldistanz von 15°, der Hornhautradius anfängt rasch zu steigen. Gegen diese Schlüsse, welche übrigens für den horizontalen Meridian nur eine Bestätigung von AUBERTS Resultaten enthalten, für den vertikalen Meridian aber zum ersten Male durch Messungen constatirt sind, ist übrigens nichts einzuwenden als, dass nach dem oben Gesagten die Abnahme der Krümmung in den untersuchten Augen erst weiter von der Gesichtslinie anfangen muss als aus den Diagrammen hervorgeht. In Übereinstimmung hiermit muss auch die sphärische Aberration der Hornhaut beträchtlicher sein, als es aus dem Vergleiche mit dem für einfallende parallele Strahlen aplanatischen Ellipsoide hervorgeht.

Sehen wir jetzt zu, in welcher Weise die Form der Curven davon beeinflusst wird, ob die weissen Figuren des Ophthalmometers symmetrisch zur optischen Achse des Instrumentes stehen oder nicht! Gewöhnlich wird bei der Messung nur die eine Figur verschoben. Denken wir uns nun bei einer Messung des vertikalen Meridianes, dass die untere Figur verschoben wird, während die obere in der Stellung bleibt, in welcher sie bei der Messung des Schnittpunktes der Gesichtslinie mit der Hornhaut symmetrisch zur anderen steht! Da bei Hebung und Senkung des Blickes immer kleinere Masse erhalten werden,

muss dann die untere Figur immer näher an die optische Achse des Instrumentes geschoben werden, um Contact des Spiegelbildes zu bewirken. Hierbei wird natürlich ein Theil der Hornhaut gemessen, welcher mehr nach oben liegt, als wenn die weissen Figuren bei jeder einzelnen Messung gleich weit von der optischen Achse entfernt wären. Im oberen Theile der Hornhaut wird also eine mehr peripher gelegene, im unteren dagegen eine mehr central gelegene Parthie gemessen, als der angegebenen Blickrichtung entspricht; und eine vollkommen symmetrisch nach allen Seiten abgeflachte Hornhaut muss in dieser Weise ein Diagramm geben, welches eine asymmetrische, nach oben rascher verlaufende Abflachung zeigt. Wir sehen also, dass die Form der Curve wesentlich vom Vorgangsmodus beim Messen abhängig ist.

Vorausgesetzt aber, dass die in dieser Hinsicht nöthigen Vorsichtsmassregeln bei den Messungen beobachtet sind, so müssten die Curven SULZER's unter sich vergleichbar sein, sowie deren einzelne Theile hinsichtlich ihres symmetrischen oder asymmetrischen Verlaufes. In dieser Beziehung zeigen die verschiedenen Diagramme sehr deutlich, dass die Hornhaut im Allgemeinen weder im horizontalen noch im vertikalen Meridiane zur Gesichtslinie symmetrisch ist, und dass es überhaupt keine Symmetrieachse der Hornhaut giebt. SULZER hat folgende Sätze ausgesprochen: dass die nasalen Theile der Hornhaut mehr abgeflacht sind als die temporalen, die oberen mehr als die unteren, und weiter, dass die Gesichtslinie nicht durch den Punkt stärkster Krümmung der Hornhaut geht, sondern gewöhnlich nasalwärts nach oben oder unten davon, welche Regeln für drei Viertel der untersuchten Augen gültig sind. Leider wird als das am meisten zutreffende Beispiel dieser Asymmetrie ein Diagramm demonstrirt, in welchem der Punkt grösster Krümmung 5° nasalwärts von der Gesichtslinie gelegen ist, von welchem Punkte jedenfalls die Abflachung bedeutend rascher nasalwärts als temporalwärts ist. Im vertikalen Meridiane ist überdies der Punkt stärkster Krümmung 15° nach oben von der Gesichtslinie eingezeichnet, und von je zwei in gleicher Winkeldistanz von der Gesichtslinie nach oben und unten gelegenen Punkten zeigt immer der untere eine schwächere Krümmung als der obere. Dass die oberen Theile der Hornhaut eine grössere Abflachung als die unteren zeigen, muss demnach so gemeint sein, dass *nach oben vom Punkte der grössten Krümmung* die Abflachung rascher ist als nach unten, was auch aus der Curve deutlich hervorgeht.

Bei der Anwendung seiner Messungen zu Studien über den Einfluss der Hornhaut auf das Sehen theilt SULZER die Hornhaut in concentrische Zonen, deren äussere und innere Grenzlinien Kreise sind, mit dem Mittelpunkte auf der Gesichtslinie, und spricht vom Astigmatismus dieser verschiedenen Zonen, womit dann der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten Refraktionswerthe in der betreffenden Zone gemeint werden sollte. Der Begriff Astigmatismus gilt aber nur, genau genommen, für ein Flächenelement, obwohl er in der Praxis auch für eine Fläche oder für einen Theil einer solchen angewendet wird. Dass hierin eine Approximation liegt, ist offenbar, aber so lange nur die Fläche so beschaffen ist, dass sie durch ein Flächenelement ersetzt gedacht werden kann, ist es auch wirklich nur eine Approximation. Eine Fläche aber in kreisförmige Zonen einzutheilen und von verschiedenem Astigmatismus der verschiedenen Zonen zu sprechen, hat gar keinen Sinn, da eine solche Zone unmöglich von einem Flächenelement ersetzt gedacht werden kann. Ein jedes Flächenelement kann in einer solchen Fläche astigmatisch

sein und ist es im Allgemeinen auch, aber die ganze Zone zusammengenommen hat weder Brennlinien noch irgend etwas anderes mit dem regulären Astigmatismus gemeinsam, ausser in dem Falle, dass die Zone einen Theil einer regulären astigmatischen Fläche ausmacht, in welcher die verschiedenen Zonen dann aber den gleichen Grad von Astigmatismus aufweisen müssen.

Da nun in einer gewissen angulären Distanz vier Punkte gemessen werden, glaubt SULZER in dieser Weise durch Vergleich von je zweien dieser Masse vier verschiedene Werthe für den Astigmatismus der vier verschiedenen Quadranten der bezüglichen Zone zu erhalten und setzt den Mittelwerth als Astigmatismus der ganzen Zone. Die gemessenen Refractionswerthe werden doch nicht direct hierzu angewendet. Durch Rechnung wird zuerst für jeden Punkt ein anderer Werth erhalten, welcher der dioptrischen Bedeutung des Punktes beim Sehen besser entsprechen soll. Da nämlich der gemessene Refractionswerth nur bei normaler Incidenz gültig ist, muss wegen der schiefen Incidenz in nicht axial gelegenen Punkten der Hornhaut eine Reduction bewerkstelligt werden. Hierzu wird nun eine Formel verwendet, die nur für eine conische Section gilt, deren Achse mit der Gesichtslinie zusammenfällt, also nur für eine Fläche zweiten Grades, die zur Gesichtslinie symmetrisch ist. Diese Formel wird zur Berechnung einer Fläche angewendet, deren *Asymmetrie* eben das hervorragendste Merkmal sein soll! Und was wird ausgerechnet? Der reciproke Werth, in Dioptrien ausgedrückt, für die Distanz vom gemessenen Punkte zum Schnittpunkte der Symmetrieachse mit dem in demselben Punkte gebrochenen, parallel mit der Gesichtslinie einfallenden Strahle! Aber wenn nun auch die Hornhaut ein Ellipsoid wäre, dessen lange Achse mit der Gesichtslinie zusammenfiele, so dass also die angegebene Rechnung Giltigkeit hätte, so könnte man doch aus den so erhaltenen Refraktionswerthen keinen Schluss betreffend das Steigen der Refraction nach der Peripherie hin ziehen, wie es SULZER macht, denn in einem vollkommen aplanatischen Ellipsoide, in welchem also alle parallel der Achse einfallenden Strahlen nach der Brechung durch den hinteren Brennpunkt gehen, müssen ja die so berechneten Refractionswerthe in der Richtung nach der Peripherie hin stetig steigen, da, wie bekannt, der Radius vector vom hinteren Focus einer Ellipse in der Richtung vom vorderen Pole nach der Peripherie hin stetig abnimmt.

Aus dem Gesagten lässt sich der Werth der in solcher Weise gezogenen Schlüsse ohne weiteres bemessen. Die wichtigsten Sätze werden von SULZER folgendermassen ausgesprochen:

1) Die peripheren Theile einer Hornhaut ohne centralen Astigmatismus bieten einen solchen von inversem Typus dar.

2) Die peripheren Theile einer Hornhaut mit schwachem centralen Astigmatismus von directem Typus sind frei von Astigmatismus oder bieten einen solchen von inversem Typus dar.

3) Die peripheren Theile einer Hornhaut mit centralem Astigmatismus von inversem Typus bieten einen grösseren Astigmatismus von gleichem Typus dar.

4) Die peripheren Theile einer Hornhaut mit mittelstarkem oder starkem Astigmatismus von directem Typus bieten einen stärkeren Astigmatismus von gleichem Typus dar.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass bei einer grossen Pupille die peripherischen Theile der Hornhaut die Hauptrolle bei der Brechung spielen, kommt SULZER weiter zu dem Schlusse, dass der Astigmatismus der peripheren Theile dem bei der subjectiven Refractionsbestimmung gefundenen entspricht, und dass in dieser Weise der täglich in der Praxis constatirte Unterschied zwischen dem ophthalmometrisch gemessenen und dem subjectiv bestimmten Grade des Astigmatismus, sowie die Variationen des letzteren genügend erklärt sind.

Das Irrige in der ganzen Anschauung erhellt aus den weiter unten ausführlich dargestellten Untersuchungen. Die hauptsächliche Stütze aber für die von SULZER formulirten Sätze über den Astigmatismus der peripheren Theile der Hornhaut, nämlich eine rapidere Abflachung im vertikalen Meridiane als im horizontalen, welche nach entsprechender Umrechnung aus den dargestellten Diagrammen für Hornhäute der drei ersten obengenannten Kategorien wirklich hervorgeht, ist unter der Voraussetzung, dass alle Fehlerquellen bei der Messung ausgeschlossen worden sind, eine neue und bemerkenswerthe Thatsache, so wie auch die unter der nämlichen Voraussetzung als dargelegt zu erachtende Asymmetrie der Hornhaut sowohl im vertikalen wie im horizontalen Meridiane. Dass aber der Einfluss einer Decentration der Pupille zur Gesichtslinie in anderer Weise erklärt und die Bedeutung der Variationen der Pupillengrösse mit anderen Mitteln studirt werden muss, als dies SULZER thut, wird später gezeigt werden. Das Gleiche gilt vom Zusammenhang der sogenannten astigmatischen Amblyopie mit der Asymmetrie der Hornhaut.

Correcter und genauer als SULZER scheint ERIKSEN[1] bei seinen Untersuchungen vorgegangen zu sein. Diese umfassen ebensolche ophthalmometrische Messungen der Hornhaut bei von 5 zu 5 Grad veränderter Blickrichtung, sind aber mit dem Prisma kleinster Verdoppelung (1 Mm.) ausgeführt, wodurch, wie aus den oben auseinandergesetzten Gründen erhellt, die erhaltenen Resultate der Wahrheit bedeutend näher kommen. Ausserdem hat er wenigstens an einem Auge mehrere Messungen ausgeführt und die Mittelwerthe der angeblich sehr übereinstimmenden Messungen in Schema und Diagramm dargestellt. Leider sucht man aber auch hier vergebens eine Angabe, ob bei den einzelnen Messungen stets beide weisse Figuren symmetrisch zur optischen Achse verschoben waren. Auch er giebt seine Masse in Zehntel Dioptrien, welche Genauigkeit natürlich um so schwerer zu erreichen ist, je kleiner die Verdoppelung. Die Frage, die ihn am meisten zu interessiren scheint, ist die nach der Veränderung des Astigmatismus von Flächenelement zu Flächenelement der Hornhaut. Die Sätze, die er darüber aufstellt, sind nichts anderes als mathematische Folgen der Abflachung der Hornhaut nach der Peripherie. Dagegen findet sich in seinen Messungen ein beträchtliches Material zum Beweise, dass die centrale Gegend der Hornhaut sich der Kugelform nähert, und dass die Krümmung nach der Peripherie hin sehr stark und mit steigender Geschwindigkeit abnimmt. Aus einer beträchtlichen Zahl der Curven geht, was er jedoch nicht besonders betont hat, eine deutliche Asymmetrie der Hornhaut sowohl im horizontalen wie im vertikalen Meridiane hervor, jedoch nicht annähernd in solchem Grade wie bei SULZER. Eine andere sehr interessante Thatsache, die

[1] Hornbindemaalinger. Aarhus 1893.

aus seinen Messungen hervorgeht, ist eine theils früher eintretende, theils schnellere Abflachung im vertikalen Meridiane als im horizontalen, die in einigen Augen sehr deutlich hervortritt, und die auch ihren Ausdruck findet in einer tabellarischen Zusammenstellung über die Ausdehnung der sphärischen Parthie im vertikalen resp. horizontalen Meridiane. Hierbei setzt er die Grenze der sphärischen Parthie an demjenigen Punkte, wo die Refraction um eine Dioptrie geringer ist als im Centrum, und erhält als Mittelwerth von 24 Augen für den horizontalen Meridian nach innen 14°, nach aussen 16,5°, und für den vertikalen nach oben 12,5°, nach unten 13,5°. Diese Zahlen scheinen mir eine sehr deutliche Sprache zu reden. Noch schlagender ist ein Schema, das er leider nur für ein Auge angegeben hat, in welchem die Punkte gleicher Krümmung durch Curven vereinigt sind, ähnlich den Isobaren einer meteorologischen Karte. Diese Curven liegen einander im vertikalen Meridiane viel näher als im horizontalen, zeigen also speciell für das betreffende Auge deutlich eine schnellere Abflachung im vertikalen als im horizontalen Meridiane an.

Es scheint also nunmehr festzustehen, dass die Hornhaut eine centrale, nahezu sphärische und eine periphere stark abgeflachte Zone besitzt, sowie dass die Abflachung theils öfters asymmetrisch ist sowohl im horizontalen wie im vertikalen Meridiane, theils in der Mehrzahl der Fälle im vertikalen Meridiane schneller verläuft als im horizontalen.

Dass ich auf die beiden letzten Arbeiten etwas ausführlich eingegangen bin, lässt sich, wie ich hoffe, dadurch rechtfertigen, dass ich einestheils diese Thatsachen habe constatiren wollen, anderentheils aber auch die auf die Untersuchungen SULZERS gegründeten Anschauungen kritisiren musste, bevor ich die eigenen Untersuchungen und Deductionen darlege.

Als ich in einer früheren Arbeit[1] die Eigenschaften der in asymmetrischen Flächen gebrochenen Strahlenbündel beschrieb und die Gesetze dieser Brechung aufstellte, suchte ich auch mit den vorliegenden Daten eine Anwendung derselben auf die Brechung im menschlichen Auge durchzuführen. Es lagen aber keine Messungen vor, aus denen für die Abflachung der Hornhaut in demjenigen Punkte, wo sie von der Visirlinie, dem Leitstrahle des beim Sehen wirksamen Strahlenbündels, geschnitten wird, ein Zahlenwerth annäherungsweise genau berechnet werden konnte, und da die einzige Methode, die zum Erlangen eines solchen Werthes anwendbar schien, nämlich Messungen mit dem von BLIX construirten Ophthalmometer, mich im Stiche liess, musste ich mich mit der Berechnung des Einflusses von der schiefen Incidenz begnügen, und habe nur hinzufügen können, dass die excentrische Lage des Hornhautscheitels eine Vergrösserung derjenigen Grössen bedingt, welche das Mass der durch die schiefe Incidenz bedingten Asymmetrie des in der Hornhaut gebrochenen Strahlenbündels ausdrücken, ohne auf das Mass dieser Vergrösserung näher eingehen zu können.

---

[1] Bidrag till Astigmatismens teori. Nord. Med. Arch. Bd. XXII, N:r 2 und N:o 8. 1890. — Beitrag zur Theorie des Astigmatismus. Skand. Arch. für Physiologie II, S. 269, 1890.

Es war aber meine Absicht, wenn irgend möglich, über diese Grössen durch weitere Untersuchungen näheren Aufschluss zu suchen. Es galt also zunächst, wenn möglich, zuverlässliche Werthe für die Variationen des Hornhautradius in dem centralen, einer mittelweiten Pupille entsprechenden Gebiete der Hornhaut zu finden. Um aber ein ophthalmometrisches Mass, das immer nur den Winkel zwischen zwei Normalen der Hornhautfläche angiebt, an die Stelle des Radius des zwischen diesen Normalen liegenden Flächenelementes setzen zu können, muss das betreffende Element, und damit auch das gemessene Spiegelbild, so klein wie möglich sein. Je kleiner aber das gemessene Spiegelbild, desto grösser ist auch der dem unvermeidlichen Messungsfehler entsprechende Fehler des Radiusmasses. Gesetzt zum Beispiel, der Fehler bei Messung des Hornhautspiegelbildes wäre auf ein hundertstel Millimeter anzuschlagen, so würde ein solcher Fehler bei einer Grösse des Spiegelbildes von beziehungsweise 3,0, 1,0 und 0,5 Millimeter einem Beobachtungsfehler von etwas weniger als $^1/_6$, $^1/_2$, 1 Dioptrie entsprechen. Je kleiner also das untersuchte Hornhautelement, desto schärfer muss die Methode der Messung sein. Diese Schärfe lässt sich aber aus practischen Gründen nicht über gewisse Grenzen steigern, und so müssen wir uns doch damit begnügen bei der Messung von kleinen Hornhautelementen mit den Beobachtungsfehlern rechnen zu müssen.

Die Messungsfehler können nun theils in der Versuchsanordnung ihre Ursache haben — wie zum Beispiel, wenn die beiden weissen Figuren des JAVAL'schen Ophthalmometers nicht gleich weit von der optischen Achse des Instrumentes abstehen — theils können sie auch bei der Einstellung entstehen oder auf fehlerhafter Ablesung beruhen. Die Ablesungsfehler würden wohl ohne besondere Schwierigkeiten auf ein Minimum herabgedrückt werden können, die Einstellungsfehler aber sind nicht immer leicht zu vermeiden. Bei der in der klinischen Ophthalmometrie gebräuchlichen kurzen Distanz ist eine sehr scharfe Einstellung auf das Fadenkreuz nöthig, um so mehr, als durch eine geringe Veränderung dieser Distanz, die eben nur durch das Fadenkreuz controllirt wird, nicht nur die Grösse des Spiegelbildes, sondern auch, und zwar in entgegengesetztem Sinne, die Verdoppelungsgrösse des doppeltbrechenden Prismas verändert wird, so dass zweifache, nach der gleichen Richtung wirkende Fehler entstehen. Übrigens stört die durch das Prisma hervorgerufene uncorrigirbare chromatische und wohl auch sphärische Abweichung sowohl bei dieser Einstellung als auch besonders bei der Bewirkung des Contactes zwischen den Spiegelbildern. Es ist nicht immer leicht zu sagen, welcher Theil des farbigen Saumes in der That den Rand darstellen soll, und sicher wirken auf diese Entscheidung Umstände ein, deren Einfluss sich häufig jeder Controlle entzieht, wie wechselnde Beleuchtung und Hintergrund (die schwarze Pupille, eine dunkle oder helle Iris). Dass die fraglichen Fehler für den Gebrauch des Instrumentes zu demjenigen Zwecke, zu dem es von JAVAL bestimmt ist, nämlich die laufende klinische Astigmometrie, nicht in Betracht kommen, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, aber wenn man unter Anwendung eines wo möglich kleinen Hornhautelementes den Radius in verschiedenen, nahe einander gelegenen Punkten eines und desselben Meridianes messen will, dann spielen die Beobachtungsfehler gewiss eine wichtigere Rolle.

Wenn schon das einzelne ophthalmometrische Mass unter dem Beobachtungsfehler leidet, um wie viel mehr muss dies der Fall sein, wenn es darauf ankommt, eine kleine

Differenz zwischen zwei solchen Massen zu bestimmen! Wenn zum Beispiel der mögliche Beobachtungsfehler 1 %, der zu messende Unterschied nur ungefähr 5 % des Messungsresultates ausmacht, so kann leicht das grössere Mass um 1 % zu gross, das kleinere um 1 % zu klein gefunden werden, woraus dann erhellt, dass der zu messende Unterschied um $^2/_5$, das ist um 40 %, zu gross gefunden wird; mit anderen Worten: wenn die Messungen nach einander gemacht werden, so dass die Beobachtungsfehler verschieden sind, können sich diese summiren, wodurch für den gesuchten Unterschied ein grosser Fehler entsteht.

Der einzige Weg, diese Fehlerquelle zu vermeiden, ist derjenige, welchen ich schon mit meiner Methode zur Messung des Astigmatismus durch die Dénivellation[1] eingeschlagen habe, nämlich anstatt verschiedener Einstellungen nur *eine* solche vorzunehmen. War es aber für die Astigmometrie, bei welcher es nur des Unterschiedes von zwei Massen bedarf, möglich, diesen Unterschied direct durch *eine* optische Einstellung zu messen, so leuchtet es dagegen ein, dass für den Zweck, die Veränderungen des Hornhautradius in einem und demselben Meridiane kennen zu lernen, die Messung von mehreren solchen Unterschieden nöthig ist, dass also die Messung nach *einer* optischen Einstellung nicht direct mit dem Auge, sondern nur auf der photographischen Platte möglich ist. Die Methode müsste also in der Photographirung der in der Hornhaut entstehenden Spiegelbilder von mehreren in gewissen Abständen befindlichen Objecten und der nachträglichen Messung der photographischen Platte bestehen. Aus den so erhaltenen Massen müsste dann der Radius der verschiedenen Hornhautelemente berechnet werden, eine Aufgabe, deren Lösung zunächst an eine Ableitung der darauf bezüglichen, bisher fehlenden theoretischen Grundlage gebunden war, was aber nicht mit den bekannten Formeln vor sich gehen konnte, sondern eine speciell deducirte Berechnung erforderte.

Wie schon oben hervorgehoben, wird bei einer ophthalmometrischen Messung niemals der wirkliche Radius in einem Punkte der Hornhaut gefunden, sondern nur der Schnittpunkt zwischen zwei in bekanntem Abstande von einander verlaufenden Normalen, welcher Schnittpunkt annäherungsweise als Krümmungsmittelpunkt des von den beiden Normalen eingefassten Bogenelementes angegeben wird, und dies mit um so grösserem Recht, je näher aneinander diese Normalen verlaufen, je kleiner also das gemessene Flächenelement ist. Um nun bei gleichzeitiger Messung mehrerer Spiegelbilder verschiedene Radien einer Fläche mit von Punkt zu Punkt wechselnder Krümmung nach demselben Princip finden zu können, müssen wir natürlich einestheils die Richtung der Normalen in verschiedenen Punkten sowie die auf einer und derselben Ebene projicirten Abstände dieser Punkte von einander durch die Messung erfahren, anderentheils aber auch aus den so erhaltenen Werthen die Radien der verschiedenen Flächenelemente berechnen können.

Diese Berechnung wird durch folgende Ableitung ermöglicht. Mag *I 0 III*, Fig. 1, ein Stück einer nach *III* hin sich abflachenden Curve vorstellen. In den verschiedenen Punkten *I*, *II*, *III* sind Normalen gegen die Curve gezogen, welche sich in den Punkten P_0, P_{I}, P_{II} schneiden und die Winkel β_{I}, β_{II}, β_{III} mit der Normale OP_0 bilden, welche durch P_0 parallel der optischen Achse des Ophthalmometers geht. Wenn nun die Punkte

[1] Nord. Ophth. Tidskr., 1889.

I, II, III einander so nahe liegen, dass die Veränderung der Krümmung in den von ihnen begrenzten Bogenelementen vernachlässigt werden kann, so sind natürlich die Punkte P_0, P_I, P_{II} Krümmungsmittelpunkte. Die betreffenden Krümmungsradien seien mit ϱ_0, ϱ_I, ϱ_{II} bezeichnet, mit y_I, y_{II}, y_{III} die senkrechten Abstände IK, IIL und $IIIM$ der Punkte *I, II, III* von der Linie OP_0. Wir finden dann:

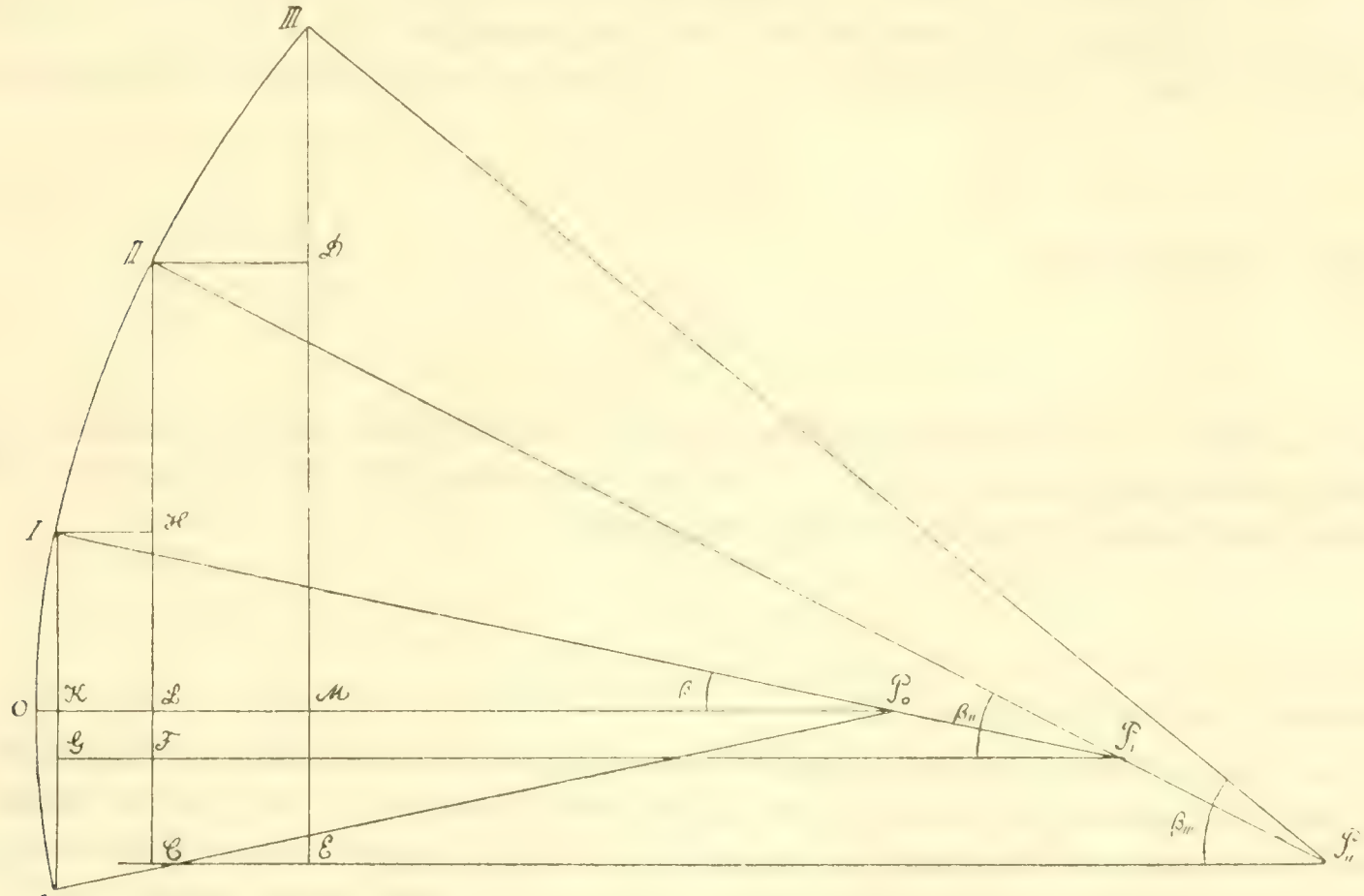


Fig. 1.

$$III\,E = III\,P_{II} \sin \beta_{III}$$

$$II\,C = II\,P_{II} \sin \angle\, II\,P_{II}C$$

oder da $III\,P_{II} = II\,P_{II} = \varrho_{II}$ und $III\,E - II\,C = III\,D = y_{III} - y_{II}$ sowie der Winkel $II\,P_{II}C$ gleich β_{II} ist,

$$y_{III} - y_{II} = \varrho_{II}\,(\sin \beta_{III} - \sin \beta_{II})\,.$$

In gleicher Weise:

$$II\,F = II\,P_I \sin \beta_{II}$$

$$I\,G = I\,P_I \sin \beta_I$$

und folglich:

$$y_{II} - y_I = \varrho_I\,(\sin \beta_{II} - \sin \beta_I).$$

Da nun weiter

$$I\,K = I\,P_0 \sin \beta_I$$

oder

$$y_I = \varrho_0 \sin \beta_I$$

ist, so sehen wir, dass die Formel

$$y_{n+1} - y_n = \varrho_n (\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n) \qquad \text{I}$$

allgemeine Gültigkeit hat. Dass dies bei unendlich kleinen Bogenelementen ohne jede Approximation der Fall ist, lässt sich in folgender Weise zeigen. Wird in die Formel I statt des Winkels β, welchen die Normale mit der Abscissenachse bildet, der in der Analyse gebräuchliche Winkel τ der Tangente mit der Abscissenachse eingeführt, so lautet dieselbe

$$y_{n+1} - y_n = -\varrho_n (\cos \tau_{n+1} - \cos \tau_n)$$

oder beim Limesübergange

$$\varrho = -\frac{dy}{d \cos \tau},$$

welcher Ausdruck, wenn das Bogendifferential wie gewöhnlich mit ds bezeichnet wird, unter Berücksichtigung, dass $d \cos \tau = -\sin \tau \, d\tau$ und dass $dy = \sin \tau \, ds$ ist, sich mit der bekannten analytischen Formel des Krümmungsradius

$$\varrho = \frac{ds}{d\tau}$$

als identisch erweist.

Die Formel I hat also für unendlich nahe gelegene Punkte absolute Gültigkeit, für einen endlichen Abstand zwischen diesen ist sie aber approximativ im gleichen Masse wie die für Spiegelung und Brechung in sphärischen Flächen angewendeten Gauss'schen Formeln, welche auch nur bei unendlich kleinen Flächenelementen streng gültig sind.

Sind also die verschiedenen Werthe von y und β durch Messung ermittelt, so lassen sich daraus die verschiedenen Krümmungsradien berechnen.

Wie nun das erstere geschieht, geht aus folgender Darstellung hervor. Es sei AF, Fig. 2, der Gegenstand, dessen Spiegelbild in der Hornhaut gemessen werden soll, AD die verlängerte Achse des Fernrohres, resp. photographischen Objectives. Das Spiegelbild des Punktes A wird also in der Richtung von AD gesehen, das Spiegelbild des Punktes F aber in einer solchen Richtung AC, dass der Winkel ACE mit der Normale im Punkte C gleich dem Winkel FCE ist. Das auf der photographischen Platte oder im Ophthalmometer gemessene Spiegelbild ist also der senkrechte Abstand von C zur Linie AD oder der gesuchte Werth von y. Der zugehörende Werth β ist gleich dem Winkel CDA. Bezeichnen wir den Winkel CAD mit α, so erhalten wir $\wedge ECA = \alpha + \beta$ und folglich, wenn die Linie BC durch C parallel zu AD gezogen wird, $\wedge FCB = 2\beta + \alpha$, oder, da $BA = y$ ist,

$$\frac{FA - y}{BC} = \operatorname{tg} (2\beta + \alpha).$$

Ist jetzt y gegen FA und α gegen β sehr klein, was der Fall ist, wenn der Ophthalmometer sich in einem im Verhältniss zum Hornhautradius sehr grossen Abstande be-

findet, so ergiebt sich, wenn a der Abstand und b die Grösse des spiegelnden Gegenstandes ist,

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg} 2\beta, \qquad \text{II}$$

welche Formel, schon früher bekannt aus der Construction des Ophthalmometers Leroy-Dubois, zwar nur für einen unendlichen Abstand des Instrumentes mathematisch genau,

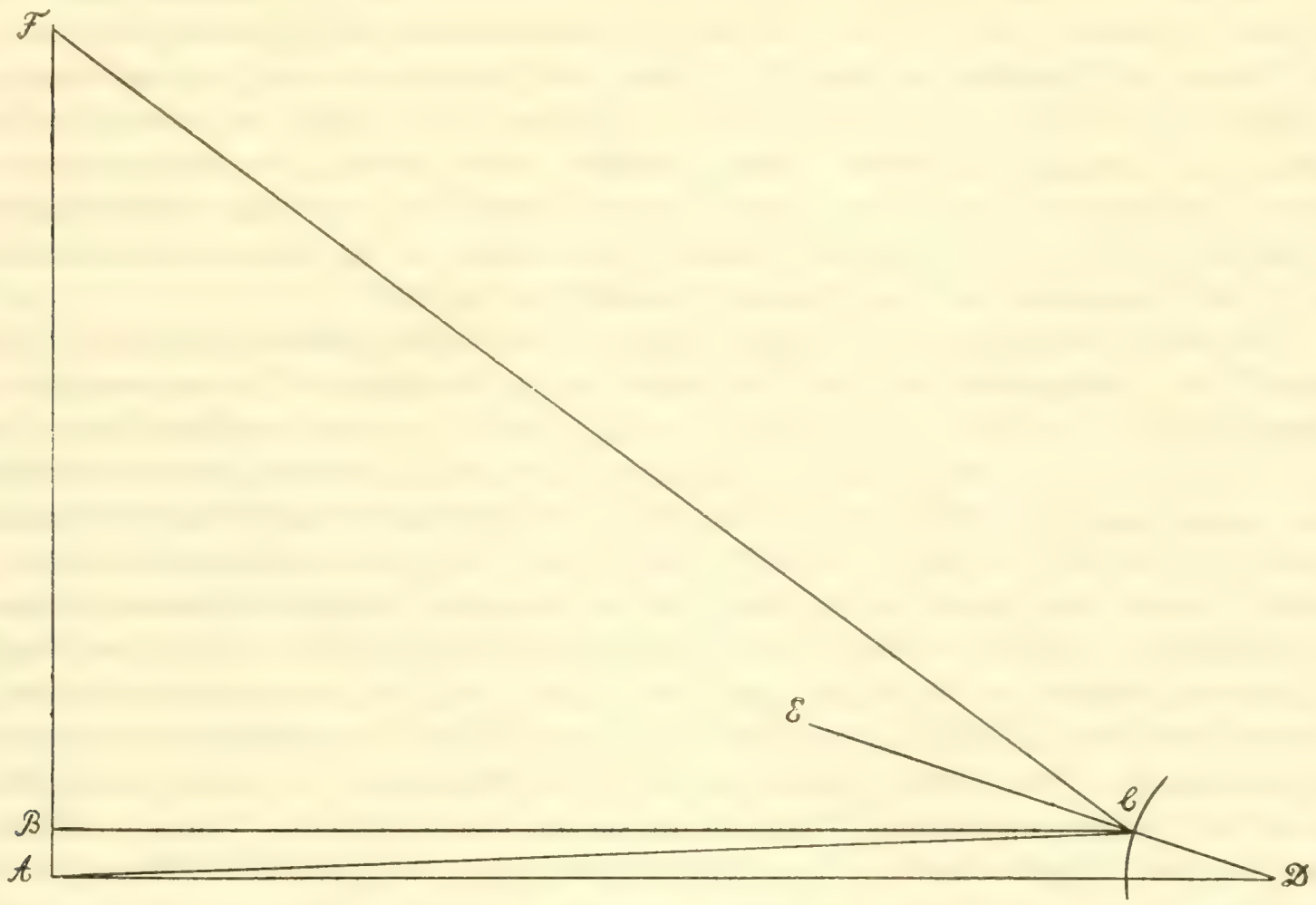


Fig. 2.

für endliche Abstände nur approximativ ist, aber um so genauere Werthe giebt, je grösser jene sind. Die Fehler der Approximation zu berechnen, würde eine ziemlich komplicirte Arbeit sein, da der Abstand BC von Punkt zu Punkt wechselt. Da aber die absoluten Fehler von geringer Bedeutung sind, indem wir nicht absolut genaue Werthe der Krümmung, sondern der Krümmungsveränderung suchen, und da ferner die Einstellungs- und Messungsfehler jedenfalls durch besondere Versuche eruirt werden müssten, habe ich es vorgezogen, die Genauigkeit des nach der dargelegten Formel construirten Instrumentes durch dieselben Versuche direkt zu prüfen. (Siehe weiter unten!)

Um Messungen auf einer und derselben Platte in allen Meridianen bewerkstelligen zu können, habe ich die zu spiegelnden Objecte kreisförmig um das Objectiv concentrisch machen lassen, so dass der ganze Apparat einem Keratoscope gleicht, bei welchem ein photographischer Apparat die Stelle des beobachtenden Auges vertritt. Mit Zugrundelegung der gegebenen Berechnungen wurde die Scheibe für einen Abstand von 250 Mm. construirt. Nach dem oben Gesagten dürfte wohl dieser Abstand klein erscheinen;

da aber erstens nur die praktisch gefundene Genauigkeit des Instrumentes für die Leistungsfähigkeit desselben ausschlaggebend ist, und zweitens aus technischen Gründen grössere Abstände schwerlich anzuwenden sind, habe ich von vornherein 250 Mm. gewählt, in der Absicht, erst dann zu grösseren Abständen zu greifen, wenn die Genauigkeit sich bei dieser Versuchsanordnung als unzureichend erweisen sollte — was aber nicht der Fall war. Die grösste Schwierigkeit bietet nämlich die Nothwendigkeit einer gleichmässigen intensiven Beleuchtung der ganzen Scheibe, welche ohne Anwendung von so kostspieligen Apparaten wie den bei der Marine gebräuchlichen Projectoren für elektrisches Licht schwer zu erhalten ist, wenn die Grösse der Scheibe über ein gewisses Mass geht. Die Scheibe muss aber um so grösser sein, je grösser der Abstand ist, falls gleich grosse Parthien der Hornhaut auf einem Bilde gemessen werden sollen. Da ausserdem die Abbildung wenigstens in natürlicher Grösse wünschenswerth ist, die Camera aber demzufolge die gleiche Länge wie der genannte Abstand haben muss, so ist es auch schon aus diesem Grunde sehr unbequem, mit zu grossem Abstande zu arbeiten.

Bei der Construction der Scheibe können verschiedene Grössen willkürlich gewählt werden. Am bequemsten für die Reduction der Beobachtungen ist es, wenn die verschiedenen Radien der Kreise so gewählt werden, dass in einer sphärischen Fläche immer $y_{n+1} - y_n = y_n - y_{n-1}$ ist, wobei die gemessenen Grössen in einer nicht sphärischen Fläche direkt proportional den Radien der betreffenden Flächenelemente sind. Die Bedingung ist, dass $\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n = \sin \beta_n - \sin \beta_{n-1}$ ist. Von den drei Bedingungen Grösse der Scheibe, Anzahl der Kreise und Grösse des zu messenden Hornhautelementes können je zwei willkürlich gewählt werden. Bei meiner Scheibe habe ich mich für einen Diameter des äussersten Kreises von 340 Mm. und eine Anzahl von vier concentrischen Kreisen entschieden, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass hierbei die Grösse des zu messenden Flächenelementes einen halben Millimeter nicht viel übersteigt. Von vier concentrischen Kreisen wird ein gemeinsamer Diameter in sieben Theile getheilt. Um aber die diesen sieben Theilen entsprechenden Spiegelbilder nach dem angegebenen Princip in einer sphärischen Fläche gleich gross zu haben, muss dem innersten Kreise des in einer solchen Fläche entstandenen Spiegelbildes ein Diameter gegeben werden, welcher dem Unterschiede zwischen den Radien von zwei auf einander folgenden Kreisen gleich kommt; oder mit anderen Worten: y_{I} muss halb so gross sein als die übrigen Werthe $y_{n+1} - y_n$ und mithin $\sin \beta_{\mathrm{I}}$ halb so gross als die Werthe $\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n$. Wir haben also erstens $b_{\mathrm{IV}} = 170$ und $a = 250$, wodurch sich nach Formel II ergiebt $\sin \beta_{\mathrm{IV}} = 0{,}29418$; aus diesem Werthe werden die übrigen β wie oben angegeben berechnet, und aus ihnen wieder nach Formel II die übrigen b. Hieraus ergeben sich folgende Constanten meiner Scheibe für einen Abstand von 250 mm.

Tab. 1.

Winkel der Hornhautnormale im spiegelnden Punkte mit der optischen Achse des Instrumentes.	Berechneter Radius des jeweiligen Kreises.	Diameter der Kreise bei der praktischen Ausführung.
$\beta_{\mathrm{I}} = 2^\circ\,24'\,30''$	$b_{\mathrm{I}} = 21{,}066$ Mm.	42 Mm.
$\beta_{\mathrm{II}} = 7^\circ\,14'\,30''$	$b_{\mathrm{II}} = 64{,}577$ Mm.	129 Mm.
$\beta_{\mathrm{III}} = 12^\circ\,7'\,50''$	$b_{\mathrm{III}} = 112{,}67$ Mm.	225 Mm.
$\beta_{\mathrm{IV}} = 17^\circ\,6'\,30''$	$b_{\mathrm{IV}} = 170$ Mm.	340 Mm.

Wie wir sehen, differiren die verschiedenen Werthe von β um etwas weniger als 5°, also hinreichend wenig, um die Annahme zu berechtigen, dass die Krümmungsveränderung in den von ihnen begrenzten Flächenelementen wirklich vernachlässigt werden darf, mithin die erhaltenen Werthe wirklich die Krümmung dieser Flächenelemente angeben.

Die Grösse von $\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n$ ist gleich zwei Siebentel von $\sin \beta_{IV}$ oder 0,08405, was bei einem Hornhautradius von 7,8 Mm. eine Grösse von 0,65559 mm. der zu messenden Distanzen $y_{n+1} - y_n$ ergiebt.

Zu den ersten Versuchen wurde eine aus Pappe verfertigte Scheibe angewendet, welche auf dem Objectiv des weiter unten zu beschreibenden photographischen Apparates befestigt wurde. Es galt nun erstens die passende Beleuchtung für die photographische Aufnahme zu finden. Zuerst wurde Tageslicht und Magnesiumlicht probirt. Was das erstere betrifft, so müsste natürlich, da directes Sonnenlicht bei der grossen Nähe der Scheibe zum untersuchten Auge schwerlich anzuwenden war, hauptsächlich diffuses Licht in Frage kommen. Es erwies sich aber, dass für solches Licht eine Expositionsdauer von mehreren Secunden nöthig war, und dass infolge der zum Kopfe fortgepflanzten Herzstossbewegungen auch bei möglichst sorgfältiger Immobilisirung hinreichend scharfe Aufnahmen nur äusserst selten zu erzielen waren. Nur einmal habe ich, bei einer Exposition von zehn Secunden, in dieser Weise eine zu Messungen brauchbare Platte erhalten. Dieser ruhige Blick gehörte meinem verehrten Freunde Herrn Prof. TIGERSTEDT.

Als ich die Versuche mit Magnesiumlicht begann, hatte ich keine persönliche Erfahrung darüber, wie genau die Angaben der photographischen Litteratur mit den reellen Ergebnissen der Experimente, welche nachgemacht werden, übereinstimmen, und ging daher mit froher Hoffnung ans Werk, mit der moralischen Stütze von zuverlässlichen Angaben, dass die Verbrennungsdauer des Magnesiumlichtes beim Durchblasen von Magnesiumpulver durch eine Flamme $^1/_7$ Secunde, bei Anwendung von explosiven Mischungen nur $^1/_{30}$ oder allenfalls nicht mehr als $^1/_{20}$ Secunde zu betragen braucht. Bei den Versuchen mit Pustlicht, zu deren Ausführung zu beiden Seiten des durch Schirme geschützten Kopfes der untersuchten Person verschiedene Lampen placirt wurden, durch deren Flammen das Pulver bei Druck auf einen gemeinsamen Gummiball gleichzeitig geblasen wurde, erwies sich der Augenlidreflex immer schneller als das Licht, so dass unscharfe Aufnahmen von halb geschlossenen Augen das einzige Resultat bildeten, was freilich auch in Anbetracht der bekannten Geschwindigkeit des Lidreflexes von vornherein hätte erwartet werden können.

Die nächstfolgenden Versuche wurden mit explosiven Magnesiummischungen ausgeführt. Solche wurden nach allen zugänglichen Recepten dargestellt und geprüft. Um dabei eine sichere Verbrennung im gewünschten Momente bewirken zu können, wurde der Satz durch einen elektrischen Strom angezündet. Theils wurde die Mischung, um die geringste mögliche Verbrennungszeit zu geben, in mehrere kleinere Patronen vertheilt angezündet, theils aber, da es sich hierbei herausstellte, dass die Verbrennungszeit in den verschiedenen Patronen nicht hinreichend gleich war, auch eine einzige hinreichend grosse Mischung verwendet, wobei die Scheibe, um gleichmässig beleuchtet zu werden, durchscheinend aus Glas verfertigt war, so dass der Blitz unmittelbar hinter ihr abgebrannt wurde, während die Aufnahme mit Hilfe eines vor der Scheibe aufgestellten rechtwinkeligen Prismas geschah. Da hierbei das Licht der Flamme, ohne irgend

einen Verlust durch diffuse Reflexion an einer weissen Fläche zu erleiden, direct als spiegelndes Object zur Verwendung kam, konnte auch die Verbrennungsgeschwindigkeit durch Herabsetzung der Menge der Explosivmischung etwas erhöht werden. Aber — immer nur Misserfolge! Zwar wurde vom Spiegelbilde der Hornhaut etwas mehr gesehen als bei Verwendung des Pustlichtes, aber das Augenlid hatte doch immer Zeit gefunden, während der Dauer des Lichtes die Schliessung zu beginnen. Und doch war ich durch wohlwollendes Entgegenkommen des Herrn Hauptmanns J. A. Zethelius, Vorstehers des Laboratoriums des Kgl. Svea Ingenieur-Bataillons in der Lage, die Mischungen von sachverständigen Arbeitern ausgeführt zu bekommen und die verschiedensten Zündsätze zur Ueberführung der Explosion vom schmelzenden Platindraht des elektrischen Zünders in die Magnesiummischung zu prüfen.

Um die wahre Ursache der Misserfolge ausfindig zu machen, unternahm ich alsdann eine Bestimmung der Verbrennungsdauer der verschiedenen Mischungen durch Photographiren einer mit bekannter Geschwindigkeit rotirenden halb schwarzen halb weissen, nur von den Blitzen beleuchteten Scheibe und nachfolgende Messung der Platten. Zwar konnte ich hierbei constatiren, dass die grösste Lichtmenge in einer verhältnissmässig sehr kurzen Zeit entwickelt wird, aber für die Gesammtzeit der Verbrennung konnte ich niemals einen kleineren Werth als etwa $^1/_8$ Secunde erhalten. Da diese Verbrennungsdauer für die Geschwindigkeit des durch den heftigen Blitz unwillkürlich und meistens unwiderstehlich ausgelösten kräftigen Lidreflexes sich als zu gross erwiesen hatte, musste ich dann definitiv auf das a priori so vortheilhaft erscheinende Blitzlicht verzichten.

Ich musste also wieder zur Beleuchtung mit constantem Lichte greifen, und da blieb nur das elektrische Bogenlicht übrig. In dem physiologischen Institut in Stockholm, dessen Localitäten und Instrumente Herr Prof. Tigerstedt mit unbeschränkter Gastfreundschaft während der ganzen Dauer meiner Versuche mir zu Verfügung stellte, fand sich eine Siemenssche Differentiallampe von 10 Ampère mit einer Lichtstärke von 1,800 Kerzen. Vorbereitende Versuche liessen hoffen, dass die erforderliche Expositionszeit hinreichend klein werden konnte, um die nöthige Schärfe zu geben. Nach Einschaltung einer zweiten Lampe in denselben Stromkreis wurden die weiteren Versuche mit dem damals zugänglichen Strome von 10 Ampère, also zusammen 3,600 Kerzen Lichtstärke ausgeführt, gaben aber noch nicht befriedigende Resultate. Erst als ich, nachdem das Institut einen neuen von einer de Lavalschen Dampfturbine getriebenen Dynamo mit 25 Amp. Stromstärke erhalten hatte, Gelegenheit bekam, zwei Siemenssche Bandlampen von zusammen 10,000 Kerzen Lichtstärke anzuwenden, erhielt ich für die Messung hinreichend scharfe Aufnahmen.

Die schliessliche Versuchsanordnung ist aus dem Bilde 1, Taf. I, ersichtlich. Auf einem am Fussboden ruhenden Holzgerüste hängen die beiden Bogenlampen zu beiden Seiten und etwas nach vorn von der Kinnstütze. Zwei Blechschirme, von denen der eine im Bilde weggenommen ist, schützen das untersuchte Auge vor direktem Lichte. Die von den Lampen beleuchtete Scheibe, welche am Objective befestigt im Bilde schief von hinten gesehen wird, ist nicht die eben beschriebene runde, sondern eine später zu beschreibende Scheibe von viereckiger Gestalt mit bogenförmigen Seiten. Das Objectiv ist mittels weiter Messingröhre mit dem viereckigen Holzkasten vereinigt, welcher die Camera ausmacht, das Ganze unverrückbar auf einem in eisernen Schienen laufenden, durch die links im

Bilde sichtbare Kurbel mittels Schraubenvorrichtung zu bewegenden Brette befestigt. Das hölzerne Fusstück ruht mittels dreier stumpfer Metallspitzen auf den drei im festgenagelten Tische eingeschlagenen Messingplatten. Die hintere im Bilde links sichtbare dieser Spitzen wird durch Schraubenbewegung verlängert oder verkürzt, wodurch der ganze Apparat vorn- oder hintenüber geneigt wird. Die Bewegung nach vorn und hinten wird durch die Kurbel vermittelt, Seitwärtsbewegungen dagegen durch Verschieben der Metallfüsse (hauptsächlich des hinteren) auf den Messingplatten. Die Camera ist eine so genannte Reflexcamera von LOHMAN, ursprünglich für Amateurzwecke konstruirt, aber für den fraglichen Zweck besonders dienlich. Das vom Objectiv entworfene Bild wird durch einen 45° geneigten Spiegel nach oben auf einer die obere Wand des Kastens bildenden matten Scheibe projicirt. So wie nun scharf eingestellt worden ist, wird durch Druck auf einen Knopf der Spiegel emporgehoben und gleichzeitig ein vor der Platte befindlicher Rouleauverschluss automatisch geöffnet, wodurch eine Momentexposition von regulirbarer Dauer im präcisen Momente der besten Einstellung zu erhalten ist, oder es können ohne Anwendung des Momentverschlusses durch verschiedene Dauer des Druckes Expositionen von beliebiger Dauer — nach meiner Schätzung von etwa $^1/_5$ Secunde an — gemacht werden. Bei der Anwendung des Apparates zu so feinen Messungen, wie für meine Untersuchungen erforderlich war, ist aber der erwähnte, aus einer hinten belegten Glasplatte bestehende Spiegel nicht zu gebrauchen, ebensowenig wie die matte Scheibe. Ersterer giebt nämlich doppelte und nicht hinreichend scharfe Bilder, letztere erlaubt nicht hinreichend genaue Einstellung. Um in einfachster Weise diese Uebelstände zu beseitigen, habe ich einerseits am Spiegel eine absolut plane, einige Centimeter im Quadrat messende Glasscheibe, die ich vom physicalischen Kabinete der Kgl. Academie der Wissenschaften erhalten, mittels durch Lampenruss schwarz gefärbtem Canadabalsam festgekittet, andererseits die matte Scheibe durch ein starkes Ocular mit Fadenkreuz ersetzt. Da der Canadabalsam ungefähr denselben Brechungsindex wie Glas hat, so wird bei dieser Anordnung kein Licht von der hinteren Seite der aufgekitteten Glasplatte reflectirt, sondern es wird nach Übergang in den schwarzen Balsam alles an der Vorderseite nicht reflectirte Licht völlig absorbirt.

Für die genaue Centrirung des Apparates sind folgende Vorschriften zu erfüllen. Die Scheibe muss mit einer centralen senkrecht aufsitzenden Ansatzröhre versehen sein, welche genau auf die hinreichend grosse Röhre (Parasoleil) des Objectivs passt, die verbindende Messingröhre muss genau senkrecht abgeschnitten mit ausgebogenen sorgfältig abgeschliffenen Kanten versehen sein, und schliesslich muss die Camera auf Parallelität der vorderen mit der hinteren Wand geprüft werden. Um die Centrirung des Oculares zu bewerkstelligen, bin ich in der folgenden Weise vorgegangen. Es wurde mit matter Scheibe auf einer weissen, an einem Stative beweglich befestigten Cartonscheibe scharf eingestellt, dann diese so lange verschoben, bis beim Visiren an der oberen horizontalen geraden Kante der Scheibe vorbei in das Objectiv hinein alle in den verschiedenen Glasflächen des Objectives entstandenen Spiegelbilder der Scheibe, von welchen einige aufrecht, andere umgekehrt sind, mit den entsprechenden Kanten zusammenstiessen, oder mit anderen Worten: bis die Spiegelbilder der Kante alle in einer Ebene lagen. Da nun diese Ebene die optische Achse des Objectives enthalten musste, brauchte ich nur das Bild der Kante an der matten Scheibe zu markiren um nach Wiederholung desselben Vorganges mit vertikaler

Kante im Schnittpunkte der zwei so erhaltenen Linien auf der matten Scheibe den Mittelpunkt der anzubringenden das Fadenkreuz und Ocular enthaltenden kurzen Messingröhre zu finden. Es musste nun der genaue Platz des Fadenkreuzes in dieser Röhre gefunden werden, damit bei einer scharfen Einstellung auf jenes wirklich das Bild nach Hebung des Spiegels auch scharf auf die photographische Platte fiele. Zu dem Zweck wurde aus einer Casette die Zwischenwand entfernt, dann eine Glasplatte eingelegt, auf deren vordere Seite mit Diamant ein Kreuz geritzt worden, und auf dieses Kreuz unter Anwendung eines kräftigen Oculares das Bild der feinsten Linien einer Gravüre scharf eingestellt, worauf dann das Fadenkreuz so lange in der genannten Röhre verschoben wurde bis die Einstellung auf ihm gleichzeitig scharf war. Schliesslich wurde durch die Schraube des Objectives diejenige Stellung ermittelt und markirt, in welcher der Abstand vom scharf abgebildeten Gegenstande zur vorderen Fläche der Scheibe genaue 250 Mm. betrug.

Da ich beim Anfang der Untersuchungen noch nicht wusste, wie grosse Forderungen an die Lichtstärke des Objectives gestellt werden müssten, was von der zu erhaltenden Beleuchtungsintensität abhieng, habe ich auf alle Fälle eines der lichtstärksten Objective, nämlich das schnellarbeitende Portraitobjectiv Ser. I, N:o 3 B von Voigtländer und Sohn mit einer angegebenen relativen Öffnung von $1 : 3^1/_6$ gewählt. Es stellte sich aber im Laufe der Versuche heraus, dass die volle Öffnung nicht mit Vortheil angewendet werden konnte, weil die erhaltene Schärfe dabei für genaue Messungen nicht hinreichend war. In Anbetracht dieses Umstandes würde ich, wenn meine Untersuchungen jetzt zu wiederholen wären, ein anderes Objectiv mit geringerer Öffnung wählen, und zwar würde dabei in erster Linie der vor einigen Jahren von Zeiss construirte Apochromat in Frage kommen, falls dieses Objectiv noch zu haben ist.

Einen grossen Fehler hat die ganze Anordnung: sie ist ziemlich kostspielig. Auch würde es wahrscheinlich nicht möglich gewesen sein, die Untersuchungen fortzuführen ohne die bereitwillige materielle Unterstützung, die mir aus der Nobelschen, unter der Verwaltung des Lehrercollegiums des Carolinischen Institutes stehenden Donation zu Theil geworden ist.

Anfangs wurden die Messungen unter Anwendung einer Scheibe ausgeführt, von der ein Hornhautspiegelbild in vergrössertem Masstabe auf directem photographischem Wege ohne irgend eine Retouche im Bilde 2, Tafel I, reproducirt worden ist. Es musste also bei dieser Anordnung auf die Grenze zwischen schwarz und weiss mit dem Mikroskope der Theilmaschine eingestellt werden. Zufolge der praktischen Unmöglichkeit, eine mathematisch vollkommen genaue Abbildung eines Punktes durch ein optisches Instrument zu erhalten, zeigen sich aber im Mikroskope diese Grenzen nicht scharf, sondern an das dichte Korn der schwarzen Fläche des Negativs grenzt eine Uebergangszone, zwar schmal, aber doch deutlich, in welcher das schwarze Korn noch vorhanden, obwohl weniger dicht ist. Es gilt also, bei der Messung eine Schätzung zu machen, in welchem Theile dieser Uebergangszone die wahre Grenze zwischen schwarz und weiss anzuschlagen ist. Zwar gewinnt man nach einiger Uebung bald eine gewisse Sicherheit der Schätzung, so dass unmittelbar nach einander vorgenommene Messungen sehr schön übereinstimmen, aber wenn dann dieselbe Platte an einem anderen Tage unter anderen Lichtverhältnissen gemessen wird, kann es vorkommen, dass die Resultate andere sind, obwohl auch jetzt nach einander

vorgenommene Messungen gute Uebereinstimmung zeigen. Es ist also wahrscheinlich, dass bei verschiedenen Lichtverhältnissen die Grenze zwischen schwarz und weiss verschieden aufgefasst wird.

Um diesem Uebelstand aus dem Wege zu gehen, habe ich eine Veränderung an der Scheibe vorgenommen und zwar nach dem von v. HELMHOLTZ bei der Construction seines Ophthalmometers benutzten Princip, nicht auf die Coincidenz von zwei Flammenbildern einzustellen, sondern die Messungen so anzuordnen, dass das eine Flammenbild gerade in der Mitte zwischen den Bildern zwei anderer Flammen bei der Einstellung zu stehen kommt. Diese neue Scheibe ist in der Fig. 3 abgebildet. Die Punkte, auf die hier bei der Messung einzustellen ist, sind die Mittelpunkte zwischen den bezüglichen weissen Kreisen. Die Breite derselben ist 4 Mm. mit Ausnahme des innersten, der wegen der

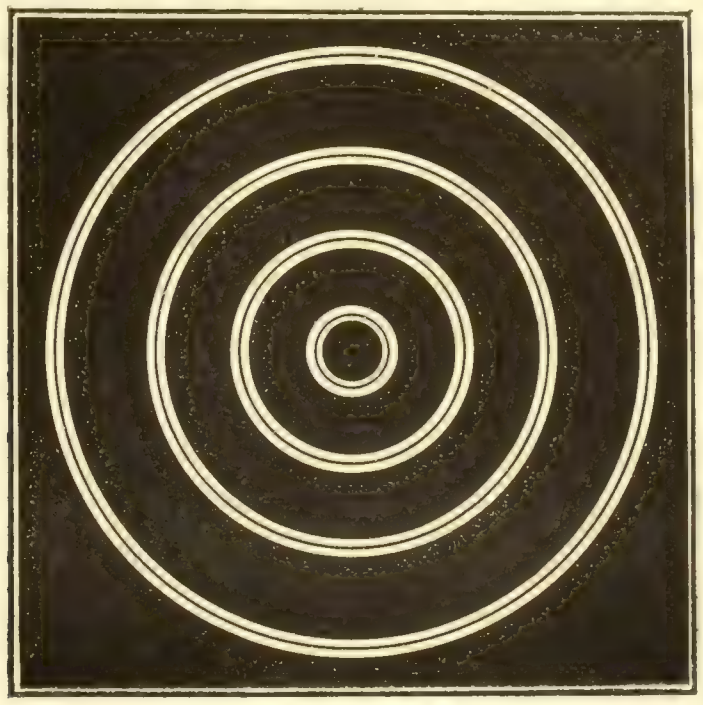


Fig. 3.

Scheibenöffnung nicht mehr als etwa 2 Mm. breit gemacht werden konnte. Die Breite der schwarzen Zwischenräume ist 2 Mm. Die Scheibe ist aus dickem steifen Messingblech verfertigt, die Kreise sind vom Instrumentenmacher eingeritzt, bevor die Farbe sorgfältigst aufgetragen und eingebrannt wurde. Die grösste Schwierigkeit besteht darin, dass die schwarze Farbe möglichst matt sein muss, damit nicht die Reflexe von den kräftigen Bogenlampen störend einwirken. Eine Vergrösserung eines Cornealspiegelbildes dieser Scheibe ist im Bilde 3, Tafel I, durch directe photographische Reproduction ohne Retouche wiedergegeben. Dass nicht überall der dunkle Zwischenraum zu sehen ist, beruht auf der Unvollkommenheit der Reproduction: im Originalnegative sind sie überall mit Lupe zu sehen. Da indessen die Breite nur 2 Mm. ist, so entspricht dies einer Breite des Spiegelbildes von etwa 0,03 Mm. im innersten, beträchtlich weniger aber im äussersten Kreise. Zufolge der Dicke der Gelatineschicht ist aber immer eine Reproduction von so kleinen Details unsicher.

Diese Anordnung der Scheibe bietet mehrere Vortheile. Da die ganze Scheibe weniger Weiss enthält als bei der ersten Anordnung, ist die unvermeidliche Blendung viel weniger störend. Die weissen Kreise erscheinen im Negativ schwarz; bei der Messung hat man also das Fadenkreuz des Mikroskopes in die Mitte einer etwa 0,03 Mm. breiten durchsichtigen, von schwarzen Säumen begrenzten Zone einzustellen, was sehr leicht ist, da das Fadenkreuz sich gegen einen durchsichtigen Theil der Platte ausserordentlich gut abhebt; von den Uebergangszonen zwischen durchsichtig und undurchsichtig wird man hierbei nicht belästigt, da bei der Einstellung nur die Symmetrie in der Lage des Fadenkreuzes zu den beiden im Negativ schwarzen Kreisen in Frage kommt.

Nach schliesslicher Fertigstellung des Apparates musste derselbe zuerst auf Genauigkeit und Schärfe geprüft werden. Zu diesem Zwecke wurde der Radius einer Glaslinse und zwar einer Augenlinse von SEYBERTS Okular IV gemessen. Die losgeschraubte Linse wurde mit Nadeln an einem auf einer Holzplatte aufgespannten schwarzen Papiere befestigt mit der convexen Fläche dem Apparate zugewandt, und es wurden nach Einstellung auf das in dieser Fläche entstehende Spiegelbild zwei Aufnahmen gemacht. Nach leichter Drehung der Linse um eine vertikale Achse wurden wieder zwei und nach Drehung der Scheibe um 90° um die Achse des Instrumentes wieder zwei Aufnahmen gemacht; je eine Platte von diesen drei Versuchen wurde sorgfältig gemessen. Die Resultate der Messungen im horizontalen Meridiane einer der ersten dieser Platten (signirt N:o 11) sind aus der beistehenden Tabelle ersichtlich.

Tab. 2.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	607	186	745	342	913	494	065	642	Mittelwerthe.
	Corrigirte Zahl	606	177	751	331	918	489	063	644	
	Gemessene Distanz	571	574	580	587	571	574	581		577
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	603	179	745	341	903	497	063	638	
	Corrigirte Zahl	602	170	751	330	908	492	061	640	
	Gemessene Distanz	568	581	579	578	584	569	579		577
Dritte Messung	Abgelesene Zahl	867	451	023	598	188	748	337	892	
	Corrigirte Zahl	873	443	022	597	179	754	326	897	
	Gemessene Distanz	570	579	575	582	575	572	571		575
Vierte Messung	Abgelesene Zahl	857	452	018	605	188	742	338	893	
	Corrigirte Zahl	863	444	018	604	179	748	327	898	
	Gemessene Distanz	581	574	586	575	569	579	571		576
Mittelwerthe der gemessenen Distanzen		**572**	**577**	**580**	**580**	**575**	**573**	**575**		**576**

In dieser Tabelle bedeuten die abgelesenen Zahlen die bei jeder Einstellung auf die betreffenden Punkte des zu messenden Photogrammes notirte Stellung der Schraube der zur Messung angewendeten Theilmaschine, ausgedrückt in Tausendstel einer Revolution der

Schraube. Die corrigirte Zahl ist nach Ausschaltung der periodischen Fehler der Schraube in weiter unten zu beschreibender Weise erhalten. Die Zahlen der gemessenen Distanzen sind durch Subtraction von je zwei der letztgenannten Zahlen erhalten. Sie drücken also die Distanz in Tausendstel einer Revolution der Schraube, oder, da diese gleich 0,5 Mm. (genaue 0,49965 Mm.) ist, in Zweitausendstel eines Millimeters aus, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Tabelle nur die Bruchtheile einer Revolution angiebt, die ganze Zahl aber weggelassen ist. Diese Zahl ist in obiger Tabelle überall gleich 1, so dass z. B. der Mittelwerth sämmtlicher Masse 1,576 Revolution oder 0,787 Mm. beträgt.

In der Tabelle sind also enthalten die Resultate von je vier Messungen in sieben verschiedenen Flächenelementen einer Glaslinse, welche 28 Werthe alle gleich sein sollten, falls die Berechnung und Construction des Instrumentes so wie die Ausführung der Messungen absolut fehlerfrei wären. Da dies aber nicht der Fall sein kann, gilt es nachzusehen, wie gross die vorgekommenen Abweichungen sind, um sich ein Urtheil über die Anwendbarkeit der Methode zu verschaffen.

Wir finden dann, dass die Abweichung vom Mittelwerthe nur bei 8 von 28 Massen 5 Einheiten, d. i $^1/_{400}$ Mm., überschreitet, und dass nur in zwei von diesen 8 Massen die Abweichung 10 Einheiten oder $^1/_{200}$ Mm. erreicht (Grösste Abweichung 11 Einheiten oder 0,0055 Mm.). Die Abweichungen der bei jeder der vier Messungen erhaltenen Mittelwerthe übersteigen eine Einheit d. i $^1/_{2000}$ Mm. nicht. Die Abweichungen der von den vier Messungen für jedes Flächenelement gefundenen Mittelwerthe vom gesammten Mittelwerth erreichen niemals den Betrag von 5 Einheiten oder $^1/_{400}$ Mm.

Die in der Tabelle gegebenen Resultate sind nicht etwa die vier besten von einer grossen Menge ausgelesener Serien. Es wurden in der That ausser diesen vier Messungen nur zwei andere gemacht, aber mit anderen Objektiven am Mikroskope der Theilmaschine, welche weniger geeignet waren. Einmal wurde die ganze Ocularcombination eines terrestrischen Fernrohres als Mikroskop angewendet, ein anderes Mal wurde im Mikroskop ein Hartnackobjektiv mit abgeschraubter Frontlinse angewendet — beides um die stärkere Vergrösserung des für die dargestellten Messungsserien angewendeten Vᴇʀɪᴄᴋschen Objektives N:o 1 zu vermeiden. Da aber die Resultate dieser beiden Serien merklich, obschon nicht gerade beträchtlich, ungenauer waren, was natürlich von der unvollkommenen optischen Correction der angewendeten Mikroskope abhängen kann, halte ich mich für berechtigt, zur Beurtheilung der Methode nur die vier gegebenen Messungsserien zu benutzen.

Aus diesen Messungen kann man schliessen:

1) dass bei Messung des photographirten Spiegelbildes in einer Glaslinse der Fehler im Allgemeinen $^1/_{400}$ Mm. nicht übersteigt und kaum jemals $^1/_{200}$ Mm. erreicht, und dass es im allgemeinen hinreichend ist, nur eine Messung zu machen;

2) dass die mit der gegebenen Methode, den Radius in verschiedenen Flächenelementen gleichzeitig zu messen, erreichbare Approximation als vollkommen genügend zu betrachten ist, wenigstens bei Vergleich von verschiedenen Flächenelementen einer sphärischen Fläche; mit anderen Worten, dass die S. 13 gegebene Deduction die praktische Probe, so weit eine solche durchführbar ist, vollkommen bestanden hat;

3) dass die bei der Construction des Apparates gemachte Approximation in der Berechnung der verschiedenen Grössen b (S. 15) praktisch ohne schädlichen Einfluss auf

die Messungen ist, wenigstens, so weit es gilt die verschiedenen Masse zu vergleichen und damit die Änderung der Krümmung von Element zu Element der Fläche zu untersuchen;

4) dass der ganze Apparat zu einer vertikalen Symmetrieebene vollkommen centrirt ist.

Dieselbe Platte, von oben nach unten gemessen, ergab:

Tab. 3.

Abgelesene Zahl	592	177	733	335	898	488	065	634
Corrigirte Zahl	591	169	738	324	903	482	062	634
Gemessene Distanz	578	569	586	579	579	580	572	

Mittelwerth **578**

woraus sich ergiebt,

5) dass die Centrirung auch in vertikaler Richtung als für praktische Zwecke vollkommen genau erachtet werden muss.

Die übrigen Kontrollphotogramme nach Aenderung der Stellung der Glaslinse, um den Einfluss der Unebenheiten des Schliffes zu eliminiren, sowie nach Drehung der Scheibe des Apparates um 90° um die optische Achse zu dem Zweck, die Unabhängigkeit der Centrirung des Instrumentes von der jeweiligen Stellung der Scheibe nachzuweisen, ergaben ähnliche befriedigende Resultate, die ich nicht für nöthig erachte besonders anzuführen.

Die hiermit erwiesene Genauigkeit der Methode und Empfindlichkeit der Messung galt aber zunächst nur bei Messung von Glaslinsen, und es musste ferner nachgewiesen werden, dass beim Photographiren von Spiegelbildern in der Hornhaut des lebenden Auges die Immobilisirung und die Stärke des reflectirten Lichtes hinreichend waren, um eine ebenso befriedigende Schärfe zu erhalten. Eine zu diesem Zwecke aufgenommene zweimal gemessene Platte (Sign. 16) ergab folgende Zahlen:

Tab. 4.

Erste Messung	Abgelesene Zahl.	675	988	268	558	820	232	673
	Corrigirte Zahl	678	989	257	554	826	222	676
	Gemessene Distanz	1,311	1,268	1,297	1,272	1,396	1,454	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl.	676	993	268	551	814	227	668
	Corrigirte Zahl	679	993	257	547	820	217	671
	Gemessene Distanz	1,314	1,264	1,290	1,273	1,397	1,454	

Also sechs Distanzen je zweimal gemessen, und nur bei einer gemessenen Distanz erreicht die Differenz zwischen den zwei Massen den Betrag von $^1/_{400}$ Mm. Schon aus diesen Messungen geht zur Genüge hervor, dass die gleiche Schärfe wie bei einer Glaslinse auch bei Photographirung der Spiegelbilder in der menschlichen Hornhaut erhalten werden kann.

Bei der praktischen Ausführung der Aufnahme bin ich in folgender Weise vorgegangen. Erstens habe ich nie eine Platte exponirt, ohne gleichzeitig die Nummer auf derselben zu photographiren. Nur in dieser Weise ist es möglich gegen Verwechslungen gesichert zu sein. Die Nummer wurde einfach mit Tinte auf glacirtes Papier geschrieben, welches mit einem kleinen federnden Draht an der Elfenbeinplatte der Kinn-Backenstütze gerade unter dem Auge befestigt wurde. Das nicht zu messende Auge wurde durch einen kleinen hohlen mit schwärzer Seide überzogenen Pappschirm, welcher mittels einer Gummischnur um den Kopf befestigt wurde, vom Sehakt ausgeschlossen, ohne dass auch nur die leiseste Berührung der Wimpern von Seiten des Schirmes geduldet wurde. Nachdem darauf die Höhe der Kinnstütze so wie der Sessel durch Schrauben zur grössten möglichen Bequemlichkeit der zu untersuchenden Person geregelt worden, und diese, die Augenspringe so weit wie möglich horizontal haltend, Platz genommen, wurde der Strom für einen Augenblick geschlossen, um die preliminäre Einstellung zu ermöglichen, und, so bald diese fertig war, wieder geöffnet. Einestheils konnte nämlich, da der Spiegel im Innern der Camera nur aus einer Glasfläche bestand, welche bekanntlich nur einen Bruchtheil des Lichtes reflectiren kann, die Einstellung nicht ohne Mitwirkung des elektrischen Lichtes geschehen, und da anderentheils die gröbere Einstellung durch Weglassen der Mattscheibe erschwert war, mithin grössere Zeit als sonst in Anspruch nahm, musste sie als besonderer Vorakt geschehen, nach welchem der zu Untersuchende vor der schliesslichen Aufnahme die vom kräftigen Lichte immerhin etwas gereizten Augen ausruhen lassen konnte. Nachdem dies geschehen, wurde die Cassette eingesetzt und geöffnet und der Strom geschlossen, dann bei ruhigem Fixiren und zurückgehaltenem Blinzeln des zu Untersuchenden zuerst in beschriebener Weise die genaue centrische Einstellung gemacht, so dass der Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes genau im Centrum der abgespiegelten Kreise zu sehen war, und schliesslich mittels der Kurbel die grösstmögliche Schärfe der Einstellung hervorgebracht, wobei im präcisen Momente der besten Einstellung durch Druck auf den Knopf die Exposition erfolgte. Sofort wurde der Strom, welcher während der ganzen Zeit von einem Gehilfen mittels stetiger Wechselung des Rheostatenwiderstandes constant auf die maximale erlaubte Höhe gehalten worden war, wieder geöffnet und gleichzeitig die Cassette geschlossen und zur nächsten Aufnahme gewechselt. Auch bei gleich nach einander folgenden Aufnahmen und bei wenig reizbaren Augen, welche das Licht gut vertrugen, ging es wegen der grossen Hitze, die sicherlich nicht ohne Einwirkung auf die Brennweite des Objectives gewesen wäre, nicht an, den Strom zwischen zwei Aufnahmen geschlossen bleiben zu lassen. Öfters kam es vor, dass die ruhige Fixation nicht hinreichend lange ausgehalten werden konnte, oder dass das Auge zu thränen anfing, wodurch die Form der Spiegelbilder verändert wurde; es blieb dann nichts übrig, als das Auge ausruhen zu lassen und von neuem zu beginnen. Von jedem Auge wurden sechs Aufnahmen gemacht, je zwei bei Blick gerade aus ins Centrum der Scheibe, wobei das von der Glasfläche des Objectives entworfene Spiegelbild des eigenen Auges als Fixationspunkt diente, und je eine bei Blick nach oben, nach unten, nach rechts und nach links, wobei kleine in der Scheibe eingeritzte Marken fixirt wurden. Da nämlich bei Blick gerade aus der äusserste Kreis an der Scheibe in einem Punkte der Hornhaut gespiegelt wird, wo die Normale einen Winkel von nur 17° 6′ 30″ mit der Gesichtslinie bildet, so leuchtet es ein, dass bei dieser Blickstellung

nur der centrale Theil der Hornhaut gemessen wird. Um nun die peripheren Theile in mit den Massen des centralen Theiles continuirlichen Serien messen zu können, habe ich die Fixationsmarken bei den peripheren Blickstellungen so gewählt, dass, wenn z. B. der Blick nach oben gewendet wird, die beiden Schnittpunkte der zwei äussersten Kreise der Scheibe mit dem oberen Theile des vertikalen Durchmessers in eben denselben Punkten der Hornhaut gespiegelt werden, wo bei Blick geradeaus die beiden Schnittpunkte der zwei äussersten Kreise mit dem unteren Theile des vertikalen Durchmessers gespiegelt wurden. Da die Normale in einem Punkte der Hornhaut, wo ein Punkt des äussersten Kreises bei Fixation des Scheibencentrums gespiegelt wird, einen Winkel von 17° 6′ 30″ (β_{IV} S. 16) mit der Gesichtslinie bildet, und die Normale in einem Punkte der Hornhaut, wo nach Drehung des Blickes ein entgegenstehender Punkt des nächst äusseren Kreises gespiegelt wird, einen Winkel von 12° 7′ 50″ (β_{III} S. 16) mit der Achse des Instrumentes bildet, so muss, falls diese beiden Punkte der Hornhaut identisch sein sollen, die Gesichtslinie nach Drehung des Blickes mit der optischen Achse einen Winkel von 29° 14′ 20″ ($\beta_{III} + \beta_{IV}$) bilden. Die Fixationsmarken sind also in einem Abstande von 250 tg 29° 14′ 20″ = 139,96 oder praktisch 140 Mm. vom Centrum der Scheibe angebracht worden. Mit dieser Anordnung erhält man also durch die Messung der bei Blick geradeaus sowie nach links und nach rechts erhaltenen Platten in horizontaler Richtung je sieben Masse, von welchen jedoch die beiden periphersten der centralen Photographie mit dem bezüglichen centralsten Masse der beiden peripheren Photographien identisch sind, so dass in toto 19 Masse erhalten werden können, falls nicht nach der einen oder anderen Richtung hin die Scleralgrenze die äussersten Masse hindert. In derselben Weise werden ebenso viele Elemente des vertikalen Hornhautmeridianes gemessen. Eine gewisse Schwierigkeit bietet gewöhnlich die Photographie bei Blick nach unten, indem die Cilien des oberen Lides leicht den obersten Theil des Bildes abschneiden. Gewöhnlich gelingt es jedoch mit einiger Anstrengung das Lid auch beim Blicke nach unten hinreichend hoch zu haben; im Nothfalle muss das Lid von einem Assistenten emporgehalten werden, was jedoch zum absoluten Ruhigsein des zu photographirenden Auges nicht gerade beiträgt.

Was Blenden und Expositionszeit betrifft, so habe ich zuerst mit voller Oeffnung des Objectives und unter Anwendung des Momentverschlusses gearbeitet. Ich fand aber bald, dass die erhaltene Schärfe zu wünschen übrig liess, und habe im Laufe meiner Untersuchungen mehr und mehr abgeblendet, wobei natürlich die Expositionszeit entsprechend verlängert werden musste. Schliesslich habe ich die kleinste beigegebene Blende benutzt bei einer Expositionszeit, die ich auf circa $^1/_5$ bis höchstens $^1/_2$ Secunde schätze. Theoretisch müsste zwar das ungeblendete Objectiv ebenso scharfe Bilder geben als das abgeblendete, aber practisch ist dem nicht so. Der Aplanatismus einer Objectivconstruction ist nämlich niemals absolut, d. h. die sphärische Abweichung ist niemals vollkommen gehoben, sondern nur auf ein Minimum reducirt, so dass auch bei dem aufs Vollkommenste corrigirten Objective ein Einfluss der Abblendung auf die Schärfe durch das Mikroskop zu constatiren ist. Bei diesen Untersuchungen hat aber die Abblendung noch eine andere Bedeutung, da nämlich das abzubildende Object nicht reell ist, sondern ein Spiegelbild ausmacht. Das von einem Punkte dieses Spiegelbildes ausgehende Strahlenbündel ist aber keineswegs homocentrisch, sondern wegen der Spiegelung unter schiefer

Incidenz astigmatisch, und zwar von dem zweiten von mir beschriebenen Typus mit nur einer schiefstehenden Brennlinie. Die Dicke des Strahlenbündels wird aber, wie leicht ersichtlich, durch die Grösse der Blende bestimmt, und eben darum muss diese so klein wie möglich gewählt werden, damit die Abbildung mittels dieser optisch unvollkommenen Strahlenbündel so scharf wie möglich werde. Die Schärfe des photographischen Bildes hängt aber nicht nur von der Schärfe des auf der Platte entstehenden optischen Bildes, sondern auch von der Ruhe desselben oder, falls, wie bei diesen Untersuchungen, sehr kleine Bewegungen nicht mit Sicherheit auszuschliessen sind, von der Expositionszeit ab. Man hat also die Vortheile, welche eine kurze Expositionszeit bietet, gegen diejenigen der stärkeren Abblendung abzuwägen, und ich glaube, dass man am besten verfährt, wenn man individualisirt: Leute, welche den Athem ängstlich zurückhalten und starkes Herzklopfen bekommen, erfordern vor Allem eine kurze Exposition und folglich geringe Abblendung; bei vollkommen ruhigen Subjecten dagegen giebt die kleinste Blende mit der erforderlichen längeren Exposition die schönsten Resultate.

Von Platten kommen natürlich nur die von höchster Sensibilität in Betracht, und da, so weit mir bekannt ist, und soweit ich eigene Versuche darüber anstellen konnte, mit den Lumière-Platten blauer Etikette keine andere französische oder deutsche und nur ein paar englische Marken verglichen werden können, da mir aber diese letzteren nicht in gleichem Grade gleichmässiges Korn zu besitzen scheinen wie die ersteren, so habe ich für diese Untersuchungen so gut wie ausschliesslich mit diesen gearbeitet. Der Entwickler muss so kräftig wie möglich und für unterexponirte Platten berechnet sein; ich habe theils Amidol, theils Hydrochinon mit Ätznatron angewendet.

Die Messung der Photogramme geschah mittels einer Theilmaschine, die mir mein verehrter Freund, Herr Professor K. B. Hasselberg am physikalischen Cabinete der K. Academie der Wissenschaften, gütigst zur Verfügung stellte. Es wurde über der an einem kleinen Tische befestigten Platte mittels Schraubenmechanismus ein Mikroskop vorübergeführt und die Stellung der Schraube jedesmal notirt, wenn der Zwischenraum der Doppelringe im Sehfelde mit dem Fadenkreuze des Oculares genau zusammenfiel. Bei der Befestigung der Platte wurde zunächst genau darauf geachtet, dass die Bewegungsrichtung des Mikroskopes mit der Längsrichtung der Augenspringe zusammenfiel oder gegen sie senkrecht verlief, je nachdem die Platte in horizontaler oder vertikaler Richtung gemessen werden sollte, dann wurde durch Verschieben des Mikroskopes mittels einer besonderen Vorrichtung in einer gegen die Bewegungsrichtung senkrechten Linie unter gleichzeitiger Anwendung des Schraubenmechanismus das Fadenkreuz genau auf das Centrum des kleinsten Kreises eingestellt und das Mikroskop in dieser Stellung unverrückbar auf dem durch die Schraube bewegten Schlitten befestigt. Erst seitdem auf diese Weise sicher gestellt worden, dass die Messung wirklich entlang dem horizontalen resp. vertikalen Diameter der Kreise, nicht etwa entlang beliebigen Chorden geschah, wurde die Messung angefangen. Auch auf diesem Gebiete meiner Untersuchungen sollten mir Anfangs Schwierigkeiten begegnen: die Übereinstimmung einzelner Messungsserien einer auch noch so scharfen Platte oder gar einer Scala war nicht befriedigend. Eine Ursache hierin lag im Mikroskope. Die Maschine war nämlich früher hauptsächlich zu Messungen von Spectrallinien angewendet worden, bei welchen zur Vermeidung des störenden Kornes der photographischen Platte vor Allem

eine schwache Vergrösserung angewendet werden muss, da eben auf eine Linie eingestellt wird. Professor HASSELBERG hatte daher als Mikroskop das ganze Ocularsystem eines terrestrischen Fernrohres angebracht, welches natürlich in Bezug auf Vollkommenheit der optischen Correction verschiedenes zu wünschen übrig liess. Ich musste also ein besseres Mikroskop haben, das ich aus einem guten positiven Oculare mit Fadenkreuz und einem Objective VERICK N:r 1 zusammenstellte. Die stärkere Vergrösserung des Kornes war aber recht störend, so lange ich mit der ersten Scheibe arbeitete und bei der Messung auf die Grenze zwischen schwarz und weiss einstellen musste. Aber seitdem die Scheibe mit den Doppelkreisen versehen wurde, so dass bei der Messung auf den durchscheinenden Zwischenraum zwischen zwei schwarzen Linien eingestellt werden konnte, kam diese Störung weniger in Betracht, und als Gewinn von der Verbesserung des Mikroskopes wurden bessere Resultate bei den Messungen constatirt. Es kamen jedoch immer noch Messungen vor, deren Resultate nicht zufriedenstellend waren; insbesondere konnte es sich ereignen, dass die Messung einer Platte von links nach rechts andere Resultate ergab als die Messung von rechts nach links. Die Ursache wurde bald erforscht: der durch den Schraubenmechanismus verschobene Schlitten, auf welchem das Mikroskop befestigt stand, war in keiner Weise mit der auf der Schraube bewegten Mutter verbunden, sondern wurde nur von ihr verschoben; bei einer geschwinden Bewegung der Schraube konnte es sich also sehr wohl ereignen, dass der Schlitten seiner Trägheit zufolge einige Tausendstel Millimeter länger lief als die Mutter, wodurch eine Fehlerquelle entstehen konnte. In der That wurden die Resultate gebessert, nachdem anfangs mittels eines federnden Gummischlauches, später mittels eines Gewichts für stetigen innigen Contact zwischen Mutter und Schlitten gesorgt wurde.

Diese Kontrolluntersuchungen führten auch zu einer erneuten Bestimmung der Fehler der Schraube. Bekanntlich giebt es vollkommene Schrauben im absoluten Sinne des Wortes nur in der Theorie, in der Praxis muss man immer bei sehr feinen Messungen mit den Fehlern rechnen, welche durch die Unvollkommenheit der Schraube verursacht werden. Diese Fehler sind theils fortlaufend, d. h. solche, die sich von Revolution zu Revolution ändern, theils periodisch, d. h. solche, die bei jeder Revolution regelmässig wiederkehren. Bei Gelegenheit früherer Untersuchungen HASSELBERGS waren diese Fehler bestimmt worden: die fortlaufenden waren von solcher Kleinheitsordnung, dass sie unter allen Umständen vernachlässigt werden können, für die periodischen Fehler aber waren die entsprechenden Correctionswerthe ausgerechnet und angegeben.[1] Es zeigte sich aber nun bei Untersuchung einer Scala unter starker Vergrösserung (HARTNACK Obj. 7), dass bei 0,5 die Correction negativ sein musste, während die angegebene Tabelle für diese Zahl eine positive Correction ergiebt. Es war dies kein Zufall, beruhend auf Ungleichmässigkeit der Scala (1 Millimeter in 100 Theile getheilt), sondern erwies sich constant bei Untersuchung an den verschiedensten Stellen der Scala. Es war also offenbar, dass die periodischen Fehler von neuem bestimmt werden mussten. Die gewöhnliche Methode hierzu mittels von verschiedenen Phasen der Schraubenrevolution ausgehender Messungsserien, aus deren Resultate dann die Fehler unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auszu-

[1] K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 24. N:r 3. S. 14.

rechnen sind, sagte mir schon wegen der grossen Zeitverschwendung wenig zu. Ich bin hier, wie überhaupt bei den Messungen meiner Platten, von dem Princip ausgegangen, dass *eine* Messung mit der stärksten anwendbaren Vergrösserung viel mehr werth ist als eine ganze Serie von Messungen unter Anwendung einer schwächeren Vergrösserung, und habe demzufolge ganz einfach die Scala gemessen und die jedem Theilstriche der Scala entsprechende Position der Schraube während einer Revolution notirt. Seitdem ich mich durch vorläufige Versuche, wobei in vier Serien jeder fünfte Theilstrich an verschiedenen Theilen der Scala gemessen wurde, überzeugt hatte, dass diese für die Untersuchung hinreichend genau war, habe ich zwei an verschiedenen Theilen der Scala erhaltene Messungen jedes einzelnen Theilstriches zusammengestellt, die so erhaltenen Werthe für jedes Intervall an der Schraubentheilung mit dem durch Messung einer ganzen Revolution an derselben Scala erhaltenen wirklichen Werthe eines solchen Intervalles verglichen und die Differenzen als wahre Correctionswerthe angenommen. Um es möglich zu machen diese Untersuchungen zu controliren, gebe ich die Correctionszahlen in Tab. 5 wieder.

Tab. 5.

0,00	± 0,000	0,50	— 0,005
0,05	— 0,002	0,55	— 0,004
0,10	— 0,005	0,60	— 0,001
0,15	— 0,008	0,65	+ 0,002
0,20	— 0,009	0,70	+ 0,004
0,25	— 0,011	0,75	+ 0,006
0,30	— 0,012	0,80	+ 0,006
0,35	— 0,011	0,85	+ 0,006
0,40	— 0,010	0,90	+ 0,005
0,45	— 0,008	0,95	+ 0,003
0,50	— 0,005	0,00	± 0,000

Erst nach Anwendung dieser Correctionszahlen anstatt der früher angegebenen wurden die Messungen so scharf wie oben bei den Controllversuchen angegeben. In Betreff der Messungen ist noch zu erwähnen, dass die Stellung des Fadenkreuzes nicht ohne Einfluss auf die Schärfe des Resultates war. Die beste Position für mich war eine solche, wo die beiden Faden einen Winkel von 45° mit der Bewegungsrichtung des Mikroskopes bildeten. War nämlich der eine Faden dieser Richtung parallel gespannt, der andere senkrecht zu ihr, so war es mir immer schwerer zu entscheiden, wann der Kreuzungspunkt präcise in der Mitte zwischen den Ringen stand, da eben alle anderen Punkte des erstgenannten Fadens ausserhalb der Mitte stehen mussten. Wenn ich hinzufüge, dass nur die zwei Decimalen direct abgelesen, die dritte aber abgeschätzt wurden, und dass die Scala während der Messung nicht gesehen wurde, also jede Möglichkeit von Autosuggestion ausgeschlossen war, so habe ich nichts mehr über die Technik der Messung hinzuzufügen.

Als Resultat meiner Untersuchungen mit dieser Methode, welche ausschliesslich auf gesunde Hornhäute ausgeführt wurden, gebe ich hier die vollständige Messung und Berechnung einer typisch normalen Hornhaut, die ich als Paradigma aufstellen möchte.

G. R-g, Mediziner, mit in Allem normalen Augen, wurde am 19. Juni 1893 photographirt. Es wurde das linke Auge gewählt, welches — ohne irgend welchen mit gewöhnlichen Mitteln messbaren Hornhautastigmatismus — mit $+ 0{,}75 \frown - 0{,}25$ c (75°) eine Sehschärfe von $^{6}/_{5}$ besass. Die Aufnahme geschah unter Anwendung der nächst grössten Blende, und zwar wurden zehn Platten aufgenommen (signirt N:ris 48—57), von welchen jedoch vier (N:ris 49, 53, 55, 56) weniger gut gelangen, so dass zur Messung sechs Platten übrig blieben, zwei bei centraler Fixation und je eine bei Fixation der vier peripheren Marken. Die Messungen mit der Theilmaschine (am 31. Oktober 1893 ausgeführt) ergaben:

Platte 48. Centraler Theil der Hornhaut.

Von innen nach aussen gemessen.

Tab. 6.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	990	318	611	892	191	494	777	090
	Corrigirte Zahl	990	306	610	897	182	489	783	085
	Gemessene Distanz	316	304	287	285	307	294	302	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	984	322	611	912	197	498	778	095
	Corrigirte Zahl	985	310	610	917	188	493	784	090
	Gemessene Distanz	325	300	307	271	305	291	306	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**321**	**302**	**297**	**278**	**306**	**293**	**304**	

Von oben nach unten gemessen.

Tab. 7.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	505	850	200	513	762	080	380	678
	Corrigirte Zahl	500	856	191	508	768	077	370	681
	Gemessene Distanz	356	335	317	260	309	293	311	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	498	857	200	506	765	077	377	675
	Corrigirte Zahl	493	863	191	501	771	073	367	678
	Gemessene Distanz	370	328	310	270	302	294	311	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**363**	**332**	**314**	**265**	**306**	**294**	**311**	

Platte 54. Centraler Theil der Hornhaut.

Von innen nach aussen gemessen.

Tab. 8.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	450	748	062	363	652	958	268	543
	Corrigirte Zahl	442	754	060	352	654	961	257	539
	Gemessene Distanz	312	306	292	302	307	296	282	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	449	747	066	370	644	954	269	550
	Corrigirte Zahl	441	753	064	359	646	957	258	546
	Gemessene Distanz	313	311	295	287	311	301	288	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**312**	**309**	**294**	**295**	**309**	**299**	**285**	

Von oben nach unten gemessen.

Tab. 9.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	686	027	358	654	943	257	548	859
	Corrigirte Zahl	670	026	347	656	946	246	544	865
	Gemessene Distanz	356	321	309	290	300	298	321	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	692	034	363	657	937	251	541	852
	Corrigirte Zahl	696	032	352	659	940	240	537	858
	Gemessene Distanz	336	320	307	281	300	297	321	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**346**	**321**	**308**	**286**	**300**	**298**	**321**	

Platte 52. Nasaler Theil der Hornhaut.

Von innen nach aussen gemessen.

Tab. 10.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	[1]	0·943	3·008	5·008	6·532	7·909	9·264	10·607
	Corrigirte Zahl	—	946	008	008	528	914	253	606
	Gemessene Distanz	—	2·062	2·000	520	386	339	353	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	[1]	007	013	012	532	911	262	605
	Corrigirte Zahl	—	007	013	012	528	916	251	604
	Gemessene Distanz	—	2·006	999	516	388	335	353	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		—	**2·034**	**2·000**	**518**	**387**	**337**	**353**	

[1] Wegen des Limbus nicht abzulesen.

Platte 57. Temporaler Theil der Hornhaut.

Von innen nach aussen gemessen.

Tab. 11.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	939	213	518	814	198	657	430	[1]
	Corrigirte Zahl	942	204	513	820	189	659	421	—
	Gemessene Distanz	262	309	307	369	470	762	—	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	913	222	517	814	204	648	413	[1]
	Corrigirte Zahl	918	212	512	808	195	650	403	—
	Gemessene Distanz	294	300	296	387	455	753	—	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**278**	**305**	**302**	**378**	**463**	**758**	—	

Platte 51. Oberer Theil der Hornhaut.

Von oben nach unten gemessen.

Tab. 12.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	[1]	[1]	975	347	922	452	790 [2]	243
	Corrigirte Zahl	—	—	977	336	926	444	796	232
	Gemessene Distanz	—	—	359	590	518	352	436	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	[1]	[1]	948	324	918	437	840	238
	Corrigirte Zahl	—	—	951	312	923	428	846	228
	Gemessene Distanz	—	—	361	611	505	418	382	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		—	—	**360**	**601**	**512**	**385**	**409**	

Platte 50. Unterer Theil der Hornhaut.

Von oben nach unten gemessen.

Tab. 13.

Erste Messung	Abgelesene Zahl	775	082	429	790	223	756	738	[1]
	Corrigirte Zahl	781	078	420	796	213	762	744	—
	Gemessene Distanz	296	342	376	417	549	982	—	
Zweite Messung	Abgelesene Zahl	779	085	436	800	220	757	759	[1]
	Corrigirte Zahl	785	081	427	806	210	763	765	—
	Gemessene Distanz	296	346	379	404	553	2·002	—	
Mittelwerth der gemessenen Distanzen		**296**	**344**	**378**	**411**	**551**	**992**	—	

[1] Wegen des Limbus nicht abzulesen.

[2] Diese Ablesung muss auf irgend einem Irrthume beruhen. Es kann sonst nicht erklärt werden, dass hier eine Differenz der Masse hinsichtlich der zwei letzten gemessenen Distanzen dieser Platte besteht, wie sie sonst nirgends vorkommt. In der folgenden Rechnung habe ich daher nur auf die zweite Messung der Platte 51 Rücksicht genommen.

In diese Tabellen sind der Übersichtlichkeit wegen immer nur die Decimalen aufgenommen, wenn die ganze Zahl gleich Eins ist; in den wenigen Fällen, wo diese Zahl 2 ist, ist sie angegeben.

Der Einfachheit wegen bezeichnen wir beim Anwenden des in diesen Tabellen gegebenen Materiales zu weiteren Untersuchungen die gemessenen Distanzen mit a_n, so dass a_0 die vierte gemessene Distanz der Platten 48 und 54 bezeichnet und die anderen Distanzen a_{I} bis a_{IX} genannt werden, wobei die Richtung nasal, temporal, nach oben, nach unten hinzugefügt wird. Gemäss der Grösse des Drehungswinkels bei der peripheren Fixation entspricht auf den bezüglichen Platten das Mass des am meisten nach dem Centrum der Hornhaut gelegenen gemessenen Flächenelementes immer dem Masse des bezüglichen am meisten peripherwärts bei centraler Fixation gemessenen Elementes, so dass die Masse a_{III} immer an je zwei Platten erhalten werden. Die Umrechnung der in den Tabellen gegebenen gemessenen Distanzen in die bezüglichen in Millimeter ausgedrückten Werthe von a_n geschieht einfach durch Multiplication mit dem schon angegebenen Factor 0,49965. Hieraus ergiebt sich wiederum der Krümmungsradius des betreffenden Flächenelementes durch Division mit 0,08405 ($= \sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n$, Seite 17). Der Krümmungsradius wird aber am besten in Dioptrien ausgedrückt als der reciproke Werth von der vorderen Brennweite der Hornhaut. Diese ist bekanntlich gleich

$$\frac{\varrho}{n-1}$$

und da $n = 1{,}3375$ ist und ϱ in Millimetern ausgedrückt wird, ist also die entsprechende Dioptrienzahl gleich

$$\frac{1000\,(n-1)}{\varrho} = \frac{337{,}5}{\varrho}$$

Die einer gemessenen Distanz a_n entsprechende Dioptrienzahl ist also gleich

$$\frac{337{,}5\ .\ 0{,}08405}{0{,}49965\ .\ a_n}$$

und der entsprechende Logarithmus ist $= 1{,}75415 - \text{Log}\ a_n$.

Der von einem Werthe a_n in dieser Weise erhaltene Refraktionswerth entspricht einem Flächenelemente, gelegen zwischen denjenigen beiden Normalen, welche mit der Gesichtslinie die Winkel β_n und β_{n+1} bilden (ausgenommen, dass a_0 einem zwischen zwei β_{I} gelegenen Elemente entspricht) oder, da eben Voraussetzung ist, dass der Krümmungsradius innerhalb eines solchen Elementes unmerklich variirt, einem Punkte der Hornhaut, in welchem die Normale einen Winkel von $^1/_2\,(\beta_n + \beta_{n+1})$ mit der Gesichtslinie bildet. Die Werthe von β_n sind bis β_{IV} in der Tab. 1, S. 16, angegeben. Da die Drehung bei Aufnahme in peripherer Blickrichtung einen Winkel von $\beta_{\text{III}} + \beta_{\text{IV}}$ ausmacht, so ergiebt sich $\beta_{\text{V}} = \beta_{\text{III}} + \beta_{\text{IV}} - \beta_{\text{II}}$, $\beta_{\text{VI}} = \beta_{\text{III}} + \beta_{\text{IV}} - \beta_{\text{I}}$, $\beta_{\text{VII}} = \beta_{\text{III}} + \beta_{\text{IV}} + \beta_{\text{I}}$ u. s. w. bis β_{X}. Auf diese Weise habe ich folgende Tabelle erhalten.

Tab. 14.

Winkel der Normale am abgelesenen Punkte β_n.	Winkel der Normale im Centrum des gemessenen Elementes.	Mittelwerth der gemessenen Distanz.			Entsprechender Refractionswerth in Dioptrien.	
		Vertikaler Meridian.	a_n	Horizontaler Meridian.	Vertikaler Meridian.	Horizontaler Meridian.
β_X = 46° 20′ 50″						
	43° 51′ 30″	—	a_{XI}	—	—	—
β_{IX} = 41° 22′ 10″						
	38° 55′ 30″	—	a_{VIII}	2,034	—	27,9
β_{VIII} = 36° 28′ 50″						
	34° 3′ 50″	1,361	a_{VII}	2,000	41,7	28,4
β_{VII} = 31° 38′ 50″						
	29° 14′ 20″	1,611	a_{VI}	1,518	35,2	37,4
β_{VI} = 26° 49′ 50″						
	24° 24′ 50″	1,505	a_V	1,387	37,7	40,9
β_V = 21° 59′ 50″						
	19° 33′ 10″	1,413	a_{IV}	1,337	39,8	42,5
β_{IV} = 17° 6′ 30″						
	14° 37′ 10″	1,360	a_{III}	1,328	41,7	42,8
β_{III} = 12° 7′ 50″						
	9° 41′ 10″	1,326	a_{II}	1,305	42,8	43,5
β_{II} = 7° 14′ 30″						
	4° 49′ 30″	1,311	a_I	1,295	43,3	43,8
β_I = 2° 24′ 30″						
	0° 0′ 0″	1,275	a_0	1,286	44,5	44,2
β_I = 2° 24′ 30″						
	4° 49′ 30″	1,303	a_I	1,307	43,6	43,4
β_{II} = 7° 14′ 30″						
	9° 41′ 10″	1,295	a_{II}	1,295	43,8	43,8
β_{III} = 12° 7′ 50″						
	14° 37′ 10″	1,309	a_{III}	1,289	43,4	44,0
β_{IV} = 17° 6′ 30″						
	19° 33′ 10″	1,344	a_{IV}	1,305	42,2	43,5
β_V = 21° 59′ 50″						
	24° 24′ 50″	1,378	a_V	1,302	41,2	43,6
β_{VI} = 26° 49′ 50″						
	29° 14′ 20″	1,411	a_{VI}	1,378	40,2	41,2
β_{VII} = 31° 38′ 50″						
	34° 3′ 50″	1,551	a_{VII}	1,463	36,6	38,8
β_{VIII} = 36° 28′ 50″						
	38° 55′ 30″	1,992	a_{VIII}	1,758	28,5	32,3
β_{IX} = 41° 22′ 10″						
	43° 51′ 30″	—	a_{IX}	—	—	—
β_X = 46° 20′ 15″						

In dieser Tabelle sind die Serien des horizontalen Meridianes von innen nach aussen, diejenigen des vertikalen von oben nach unten gerechnet. Die Resultate sind zur Construction der Curven Fig. 4 angewendet worden, in welchen die bezüglichen Winkel, welche die Normale im Centrum des gemessenen Flächenelementes mit der Gesichtslinie bildet, als Abscissen, die entsprechenden Refractionswerthe als Ordinaten figuriren. Diese Form der Curven, welche nach ERIKSEN gewählt worden ist, giebt schnell eine gute Übersicht über die Resultate. Wie ohne weiteres begreiflich, giebt die Curve eine metamorphosirte Darstellung der Hornhautkrümmung in der Weise, dass eine vollkommen sphärische Krüm-

mung durch eine gerade Linie repräsentirt wird und die nach oben convexe Form der Curven eine Abflachung der Hornhaut gegen die Peripherie hin bedeutet.

Wie sogleich ersichtlich, sind die Curven voll von Unebenheiten, was offenbar mit der oben bewiesenen Genauigkeit der Messungsmethode in grellem Contraste steht. Dass diese Unebenheiten nicht in der Krümmung der Hornhaut wirklich vorhanden sind, ist wohl kaum zu bezweifeln, aber ebenso unmöglich scheint es, dass sie von Ungenauigkeiten

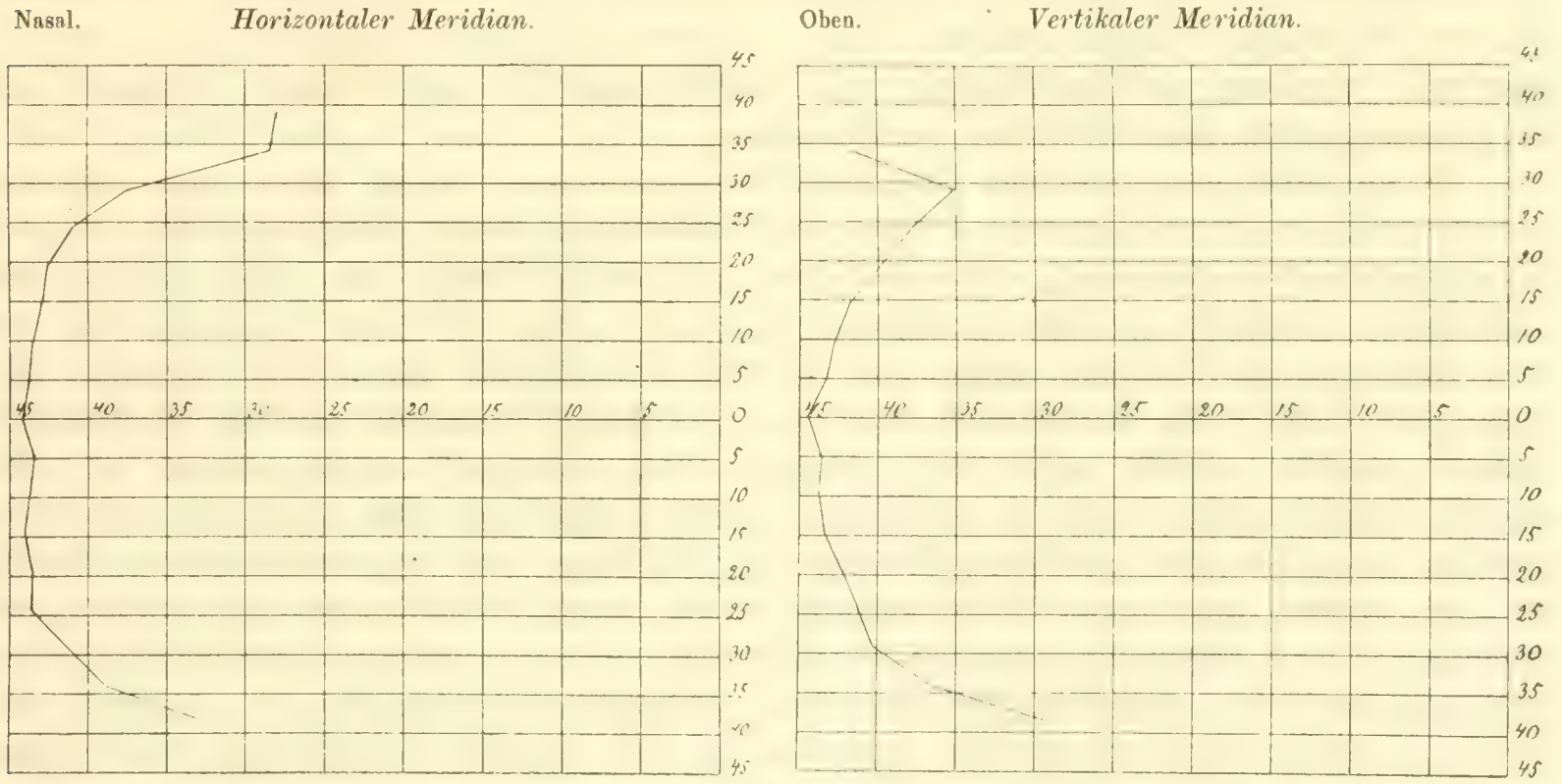


Fig. 4.

der Methode oder der Messungen herrühren. Sie waren mir lange ein Räthsel, da ich sie überall bei den Messungen wiederfand, bis ich das Phänomen entdeckte, welches ohne Zweifel ihre Ursache bildet. Als ich mehrmals bei meinen Untersuchungen den photographischen Apparat auf die Hornhaut anstatt auf das in ihr entstandene weiter rückwärts gelegene Spiegelbild einstellte, konnte ich jedesmal NEWTONsche, in unregelmässigen Curven verlaufende Ringe sehen, welche offenbar durch ungleichmässige Vertheilung der Thränenflüssigkeit auf der aller Wahrscheinlichkeit nach gleichmässig gekrümmten Hornhaut entstanden waren. Durch mehrmaliges Blinzeln wurden sie für einen Augenblick entfernt, waren aber bald wieder da. Es ist nun aber nicht die Hornhaut selbst, sondern die auf ihr vertheilte Thränenflüssigkeit, welche das Licht des bei ophthalmometrischen Untersuchungen gemessenen Spiegelbildes reflectirt, und es scheint demnach, dass eben diese nicht oder nur für einen allzu kurzen Augenblick zu beseitigende Unregelmässigkeit in der Vertheilung der Thränenflüssigkeit auf der Hornhaut die Grenze des durch die Ophthalmometrie der Hornhaut Erreichbaren setzt. In der Vorstellung, dass vielleicht diese Unregelmässigkeit bei der immerhin durch die intensive Beleuchtung der Scheibe etwas vermehrten Thränensecretion grösser wäre als sonst, habe ich bei einigen Messungen Cocaïn eingeträufelt und in verschiedenen Phasen der Cocaïnwirkung photographirt. Das Offen-

halten der Augenspringe bei Blick nach unten gelingt hierbei viel besser, was entschieden ein Vortheil ist, aber die ungleichmässige Vertheilung der Thränenflüssigkeit wird nicht beeinflusst, und sobald die Hornhaut etwas trocken zu werden beginnt, werden die Masse sehr unregelmässig. Ich habe also die Cocaïneinträufelung aufgeben müssen und habe auch kein anderes Mittel gefunden, die Unebenheiten der Curven zu beseitigen.

Wahrscheinlich geben also diese Curven das beste erreichbare Resultat einer Hornhautmessung ab. Dass sie nicht so schön und eben verlaufen wie gewisse von anderen Autoren dargelegte Curven, beruht meines Erachtens nach darauf, dass bei der photographischen Aufnahme und der Messung mit der Theilmaschine das subjective Moment und die Autosuggestion keine Wirkung ausüben kann.

Wenn man nun von den Unebenheiten der Curven absieht, findet man sogleich, dass die mittlere Parthie derselben einen verhältnissmässig wenig markanten Wechsel der Krümmung aufzuweisen hat, während in den peripheren Theilen eine rapid zunehmende Abflachung stattfindet, so dass im Sinne AUBERTS von einer centralen optischen Zone und einer Randzone der Hornhaut gesprochen werden kann. Weiter sehen wir, dass diese optische Zone weder im horizontalen noch im vertikalen Meridiane auf der Gesichtslinie centrirt, sondern sowohl mehr nach aussen als auch mehr nach unten gelegen ist. Ein näherer Vergleich der beiden Schenkel der Curven zeigt auch, dass weder für den horizontalen noch für den vertikalen Meridian der Hornhaut eine Symmetrieachse zu finden ist. Am ehesten wäre noch die Normale 2,5° nach aussen als Achse des horizontalen und diejenige 5° nach unten als Achse des vertikalen Meridianes anzusehen. Auf beiden Curven sieht man nach der einen Seite eine plötzliche Abnahme der Abflachung in der Nähe des Limbus, welche schon von ERIKSEN gefunden ist und von der wulstförmigen Verdickung der Hornhaut an dieser Stelle herrührt.

Werden die zwei Curven mit einander verglichen, findet man sogleich, dass die optische Zone der Hornhaut eine grössere Ausstreckung im horizontalen als im vertikalen Meridiane hat, so dass die Abflachung des letzteren näher am Centrum beginnt als diejenige im horizontalen Meridiane. Dies gilt sowohl für den Vergleich des oberen Theiles der Hornhaut mit dem inneren als auch für den Vergleich vom unteren mit dem äusseren Theile.

Die genauere Beschaffenheit der optischen Zone zu finden, dazu reichen die Untersuchungen nicht aus und werden ophthalmometrische Untersuchungen nach dem, was oben von der ungleichmässigen Vertheilung der Thränenflüssigkeit auf der Hornhautoberfläche gesagt worden ist, wahrscheinlich nie ausreichen. Wir müssen uns also mit der Kenntniss begnügen, *dass diese optische Zone sich der sphärischen in ihrer Form nähert, dass sie decentrirt sein kann sowohl im horizontalen als im vertikalen Meridiane, und dass sie der Ausbreitung nach nicht rund zu sein braucht, sondern eine querovale Kuppel bilden kann*, wie im dargestellten Falle. Die asymmetrische Abflachung der Randzone deutet auch wahrscheinlich eine gewisse Asymmetrie der optischen Zone an, so dass der Effect der Decentration der letzteren von einem anderen nicht näher zu bestimmenden Factor vermehrt werden kann.

Wie man sieht, geben die Resultate dieser Messung eine volle Bestätigung gewisser Resultate von AUBERT, SULZER und ERIKSEN, was um so wichtiger ist, da sie nach einer

grundverschiedenen Methode und mit Ausschliessung wichtiger Fehlerquellen erhalten sind. Um allgemeine Schlüsse ziehen zu können, genügen aber ebenso wenig die Messungen einiger Fälle wie das Aufstellen dieses Falles als Paradigma. Dazu gehört eine Methode, die viel weniger zeitraubend eine grössere Anwendbarkeit erlangen kann als die hier angegebene, welche übrigens einen allzu grossen und kostspieligen Apparat erfordert. Bevor wir aber zur Darlegung einer solchen Methode übergehen, wollen wir zusehen, in wie weit der Einfluss der Hornhaut auf das Sehen in unserem Falle erforscht werden kann.

Was nun zuerst die Decentration der optischen Zone betrifft, und die damit verbundene Asymmetrie in den einzelnen Meridianen, so muss diese unumgänglich zur Folge haben, dass das in der Hornhaut gebrochene Strahlenbündel sowohl astigmatisch wie asymmetrisch wird. Den Grad dieser Asymmetrie wird es wohl kaum möglich sein genauer zu berechnen als unter Anwendung der schiefen Incidenz als Mass, so wie ich es für das schematische Auge ausgeführt habe[1]. Dagegen werden wir einen anderen Schluss betreffend die Art der Asymmetrie machen können. Es war nämlich die Kuppel der Hornhaut nach aussen und unten decentrirt, während, wie weiter unten dargelegt wird, die Brechungsebene der Visirlinie horizontal lag, so dass also die durch die schiefe Incidenz bedingte Asymmetrie nicht in der gleichen Richtung wirkte wie diejenige, welche durch die Decentration der Hornhautkuppel bedingt sein musste. Es musste also das in der Hornhaut gebrochene Strahlenbündel astigmatisch von der von mir beschriebenen dritten Form sein. Dass aber die Asymmetrie in diesem Falle keinen hohen Grad erreicht, so dass es beinahe gleichgültig sein könnte, welcher Form das gebrochene Strahlenbündel angehört, geht unter anderem aus der guten Sehschärfe hervor. In pathologischen Fällen aber, in welchen die Decentration gesteigert, die Incidenz vielleicht schiefer ist, wird es sicherlich von grossem Einflusse auf die Sehschärfe sein, ob die Asymmetrie nur in einer solchen Weise vorhanden ist, dass das gebrochene Strahlenbündel der zweiten Form angehört, oder die Eigenschaften der dritten Form dem gebrochenen Strahlenbündel auferlegt.

Die Folge der Abflachung der Hornhaut muss eine Tendenz zum Aplanatismus abgeben. In wie weit wirklich an einer gewissen Parthie der Hornhaut die vollständige sphärische Correction erreicht wird, oder ob vielleicht Übercorrection besteht, das kann nicht mit schon bekannten Methoden untersucht werden, sondern dazu müssen neue Formeln geschaffen werden.

Zuerst müssen wir dann Formeln haben, um aus den bei der Messung gegebenen Zahlen die Coordinaten jedes angewendeten Punktes der Hornhautoberfläche berechnen zu können. Wird die Normale, welche mit der Gesichtslinie parallel geht und also bei der centralen Fixation mit der Achse des Instrumentes zusammenfällt, als Abscissenachse gewählt, so sind die Abstände IK, IIL und $IIIM$ der Punkte I, II, III von der Linie OP_0 Fig. 1, Seite 13, welche wir als y_{I}, y_{II}, y_{III} bezeichneten, die Ordinaten der fraglichen Punkte. Wird der Hornhautscheitel O als Origo betrachtet, so repräsentiren die Abstände OK, OL, OM, welche wir als x_{I}, x_{II}, x_{III} bezeichnen, die Abscissen der Punkte I, II, III. Es ergiebt sich dann:

[1] l. c.

$$P_{II}E = III P_{II} \cos \beta_{III}$$
$$P_{II}C = II P_{II} \cos \beta_{II}$$

woher $$P_{II}C - P_{II}E = OM - OL = x_{III} - x_{II} = \varrho_{II} (\cos \beta_{II} - \cos \beta_{III})$$

oder allgemein:

$$x_{n+1} - x_n = \varrho_n (\cos \beta_n - \cos \beta_{n+1}) \qquad \text{III}$$

Diese Formel giebt zusammen mit der oben bewiesenen Formel I (S. 14)

$$y_{n+1} - y_n = \varrho_n (\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n)$$

die Möglichkeit, die Werthe von x_n und y_n aus den bekannten Werthen β_n und ϱ_n zu berechnen.

Um nun die sphärische Correction bei parallelem Lichteinfalle zu untersuchen, wollen wir die Abstände f_n (Fig. 5) berechnen vom Hornhautscheitel zum Schnittpunkte eines

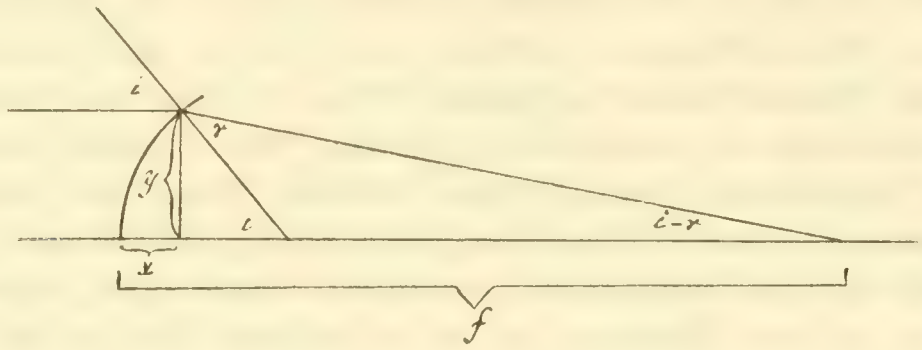


Fig. 5.

parallel mit der Gesichtslinie einfallenden, in der Hornhaut gebrochenen Strahles mit der Abscissenachse. Lassen wir dann i_n und r_n Einfalls- bezw. Brechungswinkel bedeuten, so ergiebt sich, wie ohne weiteres aus der Construction ersichtlich ist:

$$f_n = x_n + y_n \cot (i_n - r_n).$$

Unter Berücksichtigung, dass in unserem Falle die Werthe $i_n = \beta_n$ sind, dass die Werthe

$$\varrho_n = \frac{0{,}49965\, a_n}{2 \sin i_1}$$

sind, dass der Brechungsindex der Hornhaut gleich 1,3375, und dass

$$\frac{\cos \beta_n - \cos \beta_{n+1}}{\sin \beta_{n+1} - \sin \beta_n} = \operatorname{tg} {}^1/_2 (\beta_{n+1} + \beta_n)$$

ist, erhalten wir für die Berechnung der sphärischen Correction bei parallelem Lichteinfalle folgende Formeln:

$$y_{n+1} = y_n + 0{,}49965\, a_n \frac{\sin i_{n+1} - \sin i_n}{2 \sin i_I}$$

$$x_{n+1} = x_n + 0{,}49965\, a_n \frac{\cos i_n - \cos i_{n+1}}{2 \sin i_I}$$

oder

$$x_{n+1} = x_n + (y_{n+1} - y_n) \operatorname{tg} {}^1/_2 (i_{n+1} + i_n)$$

$$\sin i_n = 1{,}3375 \sin r_n$$

$$f_n = x_n + y_n \cot (i_n - r_n) .$$

Für den praktischen Gebrauch dieser Formel habe ich nachstehende Tabelle ausgerechnet.

Tab. 15.

n	i_n	r_n	$\log \cot (i_n - r_n)$	$\log (y_{n+1} - y_n)$	$\log (x_{n+1} - x_n)$
0	0	0	0	$9{,}69866 + \log \frac{a_0}{2}$	$8{,}02128 + \log \frac{a_0}{2}$
1	2° 24′ 30″	1° 48′ 2″	1,97441	$9{,}69866 + \log a_I$	$8{,}62506 + \log a_I$
2	7° 14′ 30″	5° 24′ 29″	1,49467	$9{,}69866 + \log a_{II}$	$8{,}93085 + \log a_{II}$
3	12° 7′ 50″	9° 2′ 23″	1,26762	$9{,}69866 + \log a_{III}$	$9{,}11504 + \log a_{III}$
4	17° 6′ 30″	12° 42′ 21″	1,11357	$9{,}67927 + \log a_{IV}$	$9{,}22969 + \log a_{IV}$
5	21° 59′ 50″	16° 15′ 47″	0,99820	$9{,}65931 + \log a_V$	$9{,}31628 + \log a_V$
6	26° 49′ 50″	19° 43′ 20″	0,90411	$9{,}63958 + \log a_{VI}$	$9{,}38759 + \log a_{VI}$
7	31° 38′ 50″	23° 5′ 50″	0,82292	$9{,}61841 + \log a_{VII}$	$9{,}44843 + \log a_{VII}$
8	36° 28′ 50″	26° 23′ 36″	0,74983	$9{,}59590 + \log a_{VIII}$	$9{,}50311 + \log a_{VIII}$
9	41° 22′ 10″	29° 36′ 46″	0,68169	$9{,}57090 + \log a_{IX}$	$9{,}55359 + \log a_{IX}$
10	46′ 20′ 50″	32° 44′ 57″	0,61638		

Mit Zuhilfenahme dieser Tabelle habe ich unter Anwendung der Zahlen a_n, welche in der Tab. 14, S. 34, angegeben sind, für die fraglichen Schnittpunkte der bei parallelem Lichteinfalle gebrochenen Strahlen mit dem ungebrochen durchgehenden Strahle die Abstände f_n vom Hornhautscheitel gefunden, welche in folgender Tabelle angegeben sind. (Obwohl nur zwei Decimalstellen angegeben, sind doch durch die ganze Rechnung fünf Stellen angewendet worden.)

Tab. 16.

	Nasal.	Temporal.	Nach oben.	Nach unten.
f_{I}	30,30 Mm.	30,30 Mm.	30,02 Mm.	30,02 Mm.
f_{II}	30,31	30,49	30,46	30,34
f_{III}	30,18	30,19	30,46	30,10
f_{IV}	30,01	29,76	30,42	29,83
f_{V}	29,68	29,33	30,40	29,57
f_{VI}	29,37	28,76	30,41	29,25
f_{VII}	29,28	28,32	30,44	28,85
f_{VIII}	30,17	27,94	29,49	28,62
f_{IX}	30,55	28,01		29,11

Wie ersichtlich, nimmt der Werth f schon von f_{II} an nach allen Richtungen, ausser nach oben, ab, was eine positive sphärische Aberration oder eine mangelhafte aplanatische Correction bedeutet. Nasalwärts ist zwar diese Abnahme nicht so bedeutend, aber doch deutlich vorhanden, bis bei f_{VIII} in der Randzone der Hornhaut wieder die Tendenz zur aplanatischen Correction sich geltend macht, um beim Rande der Hornhaut überhandzunehmen. Nach unten ist das Verhalten so ziemlich dasselbe, nur die Abnahme von f etwas mehr ausgeprägt. Das beim Rande vorzufindende Steigen reicht hier nicht zur aplanatischen Correction der Randstrahlen aus. Noch weniger ist dies der Fall temporalwärts, in welcher Richtung das ausgeprägtere Sinken von f eine noch mangelhaftere sphärische Correction beweist. In der Richtung nach oben finden wir aber bis auf die zweite Decimale vollkommene sphärische Correction, wenn von der ersten Ziffer abgesehen wird, welche wahrscheinlich wegen der mehrmals genannten unregelmässigen Vertheilung der Thränenflüssigkeit zu niedrig geworden ist, während der Werth von f_{II} nach unten zu gross ausgefallen ist (man vergleiche a_0, a_{I} und a_{II} nach unten in der Tab. 14 S. 34). Für den mittleren Theil der Hornhaut, die sogenannte optische Zone, finden wir also mangelhafte sphärische Correction ausser nach oben — diejenige Richtung, in welcher diese Zone vom oberen Augenlide abgeschnitten wird, welches normal im allgemeinen einen Theil der Pupille bedeckt. Wir dürften also kaum fehlgehen, wenn wir sagen, dass *derjenige Theil der Hornhaut, welcher zum directen scharfen Sehen* (d. h. mit nicht zu grosser Pupille und nicht übermässig gehobenem Lide) *angewendet wird, mit positiver sphärischer Aberration behaftet ist.*

Die bei diesen Rechnungen erhaltenen Werthe von x_n und y_n können zur Reconstruction der vertikalen und horizontalen Section der Hornhaut in vergrössertem Massstabe dienen. Zwar kann man an solchen Curven ebenso wenig von dem Wechsel der Krümmung direct sehen, wie durch Inspection der Hornhaut selbst, aber die Curven dienen als eine gute Controle der Rechnungen und der ganzen Methode, da natürlich, wenn sich kein Fehler eingeschlichen hat, merkbare Unebenheiten in ihrem Laufe nicht vorkommen dürfen,

was auch bei diesen Curven nicht der Fall ist. Die zur Construction erforderlichen Zahlen sind in beistehender Tabelle wiedergegeben.

Tab. 17.

n	Nasal.		Temporal.		Nach oben.		Nach unten.	
	x_n	y_n	x_n	y_n	x_n	y_n	x_n	y_n
1	0,00675	0,32127	0,00675	0,32127	0,00669	0,31827	0,00669	0,31827
2	0,06137	0,96831	0,06187	0,97431	0,06198	0,97330	0,06164	0,96930
3	0,17266	1,62034	0,17231	1,62135	0,17506	1,63582	0,17208	1,61634
4	0,34574	2,28387	0,34030	2,26538	0,35231	2,31534	0,34268	2,27038
5	0,57264	2,92273	0,56176	2,88892	0,59295	2,99291	0,57074	2,91258
6	0,86002	3,55572	0,83146	3,48311	0,90471	3,67974	0,85619	3,54145
7	1,23058	4,21771	1,16784	4,08405	1,29798	4,38262	1,20063	4,15678
8	1,79222	5,04841	1,57868	4,69169	1,68018	4,94791	1,63618	4,80098
9	2,44005	5,85055	2,13860	5,38499	—	—	2,27064	5,58656

Die Werthe für f_n, x_n und y_n der beiden letzten Tabellen sind in Millimetern ausgedrückt. Hierzu ist aber zu bemerken, dass ihre absolute Giltigkeit davon abhängt, ob die Photographie wirklich in absolut natürlicher Grösse geschehen ist. Annähernd ist das der Fall gewesen, aber, da ich nur die relativen Verhältnisse der Krümmungen zu untersuchen wünschte, habe ich den exacten Vergrösserungscoëfficient nicht bestimmt und mit in Rechnung gezogen. Sonst wären alle Werthe für f_n, x_n und y_n nur direct mit diesem zu dividiren, wogegen die Refractionswerthe der Tab. 14, S. 34, mit demselben zu multipliciren wären. Da aber hiermit nichts gewonnen wäre, habe ich es einfach unterlassen.

Bevor ich das Capitel von der sphärischen Correction der Hornhaut verlasse, muss ich erwähnen, dass ich in der Lage gewesen bin, klinisch einen Fall zu untersuchen, in welchem ebenso wie hier die sphärische Correction nach oben bestand, während nach den anderen Richtungen uncorrigirte positive sphärische Aberration vorhanden war. Es war einem jungen mechanischen Arbeiter ein Metallsplitterchen ins Auge geflogen, welches bei der Untersuchung noch in der Linse zu sehen war; die Narbe in der Hornhaut sehr fein und linear, perpherisch gelegen; ein kaum merkliches Loch in der Iris. Da dem Trauma gar keine Reizung folgte und keine Cataract sich auszubilden schien, wurde er nach kurzer Behandlung entlassen. Er war nun entschlossen als Heizer auf einem Dampfschiffe Stellung zu nehmen und sollte sich so bald wieder möglich auf der Poliklinik einstellen. Als er nach geraumer Zeit zurückkam, hatte er eine noch nicht reife Cataract. Der kleine Splitter war bei Dilatation der Pupille immer noch in der Linse zu sehen. Er musste nun sogleich wieder zur See und sollte sich einstellen, so bald das Schiff zurück wäre. Dies dauerte aber lange, und als er zurückkam, war die ganze Linse spurlos resorbirt, der Fremdkörper weder im directen oder umgekehrten Augenspiegelbilde noch

bei schiefer Beleuchtung irgend wo wiederzufinden. Das Auge war die ganze Zeit reizlos gewesen. Also ein Fall von Spontanresorption der Linse bei intacter Hornhaut (die feine, lineare, peripherische Narbe war ohne ophthalmometrisch nachweisbaren Einfluss auf die Hornhautkrümmung). Ich habe nun in diesem Falle die sphärische Aberration in der Weise untersucht, dass ich bei maximaler Dilatation der Pupille die Formveränderung der Papille bei parallaktischer Verschiebung im aufrechten Bilde untersuchte. Es zeigte sich hierbei, dass, wenn die Untersuchung durch einen peripheren Theil der Pupille geschah, die Papille immer in der Richtung verlängert erschien, in welcher die Verschiebung stattfand, dass also die peripheren Theile der Hornhaut in radiärer Richtung stärker brechend wirkten als in tangentialer — ausser in der Richtung nach oben: durch den obersten Theil der Pupille untersucht, behielt die Papille ihre kreisrunde Form bei, eben als sie durch das Centrum der Pupille gesehen wurde. In dieser Richtung war also die sphärische Aberration corrigirt, so weit mit der Untersuchung nach dieser Methode controlirt werden kann.

Um die sphärische Aberration der Hornhaut nach gewöhnlichen ophthalmometrischen Messungen, wie sie z. B. ERIKSEN ausgeführt hat, zu untersuchen, muss man in ähnlicher Weise vorgehen. Man muss aber dabei die Supposition machen, dass die mit dem Ophthalmometer erhaltenen Werthe wirklich den Krümmungsradius in demjenigen Punkte der Hornhaut angeben, in welchem die Normale einen Winkel von 0° bezw. 5°, 10° u. s. f. mit der Gesichtslinie bildet. Weiter muss man annehmen, dass der Krümmungsradius des zwischen 0° und 5° gelegenen Bogenelementes den Mittelwerth hat zwischen den Krümmungsradien bei 0° und 5° u. s. f. Werden also die Winkel 0°, 5°, 10° u. s. f., welche die Normale in den Punkten $x_0\,y_0$, $x_{\mathrm{I}}\,y_{\mathrm{I}}$, $x_{\mathrm{II}}\,y_{\mathrm{II}}$ u. s. f. mit der Gesichtslinie bilden, mit i_0, i_{I}, i_{II} u. s. f. und die bei den entsprechenden Blickrichtungen gefundenen Krümmungsradien mit ϱ_0, ϱ_{I}, ϱ_{II} u. s. f. bezeichnet, so ergiebt sich nach dem, was früher gezeigt worden ist:

$$y_{n+1} - y_n = \frac{\varrho_{n+1} + \varrho_n}{2}(\sin i_{n+1} - \sin i_n),$$

$$x_{n+1} - x_n = \frac{\varrho_{n+1} + \varrho_n}{2}(\cos i_n - \cos i_{n+1})$$

$$x_{n+1} - x_n = (y_{n+1} - y_n)\ \mathrm{tg}\ {}^1\!/_2\,(i_{n+1} + i_n),$$

nach welchen Formeln die Werthe x_n, y_n und f_n in derselben Weise wie oben berechnet werden können. Ich habe die Rechnung auf den horizontalen Meridian einer der von ERIKSEN gemessenen Hornhäute angewandt und gefunden, dass auch in diesem Falle so wohl nasalwärts wie temporalwärts in der optischen Zone der Hornhaut uncorrigirte positive sphärische Aberration besteht. Bei einer ausgedehnteren Anwendung dieser Rechnung auf die von ihm gemessenen Hornhäute — was mir jedoch die Zeitverschwendung verbietet — würde sich dies Verhalten sicherlich als constant erweisen, ausgenommen vielleicht in der Richtung nach oben, welcher Theil der Hornhaut jedoch beim Sehen wegen des oberen Lides weniger in Frage kommt.

Zur Würdigung der grösseren Abflachung des vertikalen Meridianes im Vergleiche zum horizontalen, welche Verschiedenheit, auch von SULZER gefunden, diesen Autor ver-

anlasste, die Veränderungen des Astigmatismus, welche als Beweis für einen accommodativen Linsenastigmatismus angesehen werden, von dem Einflusse der Pupillenweite auf die Hornhautrefraction herzuleiten, müssen wir zuerst die Möglichkeit eines solchen Einflusses untersuchen.

Fürs erste wollen wir dann untersuchen, ob ein solcher Einfluss auf den Astigmatismus überhaupt möglich wäre im extremen Falle, wo die sphärische Aberration im horizontalen Meridiane ganz uncorrigirt bestände, im vertikalen aber für parallel einfallendes Licht vollkommen corrigirt wäre, wo also der horizontale Durchschnitt der optischen Zone ein Kreissegment ausmachte, der vertikale Durchschnitt aber das Scheitelsegment einer Ellipse wäre, deren Excentricität $e = \frac{1}{n}$ wäre.

Ein Strahlenbündel mit positiver sphärischer Aberration ist in beistehender Fig. 6 schematisch abgebildet. ABC ist die Wellenfläche, zu welcher sämmtliche Strahlen Normalen sind. F ist der Focalpunkt, wo die dem Leitstrahle BF nächstliegenden Strahlen ihn schneiden. Je weiter aber von B ab nach A oder C zu ein Lichtstrahl verläuft, desto mehr rückt sein Schnittpunkt mit BF von F ab in der Richtung nach B zu, so dass die äussersten Strahlen den Leitstrahl im Punkte D schneiden. Hierbei tangiren sämmtliche Strahlen eine der beiden in der Figur sichtbaren Curven, Branchen der Evolute der Wellenfläche. Der Abstand DF wird als longitudinale Aberration bezeichnet. Der dünnste Querschnitt des Bündels befindet sich bei E. Nun kann bekanntlich für eine nicht allzu grosse Öffnung des Bündels die Evolute als eine semicubische Parabel angesehen werden[1], woraus wieder folgt, dass $EF = {}^3/_4\, DF$ ist. Für das nach parallelem Lichteinfalle central in einer sphärischen Fläche mit dem Radius R gebrochene Strahlenbündel ist nun die Längenabweichung[2] bei einem Radius der Öffnung von r

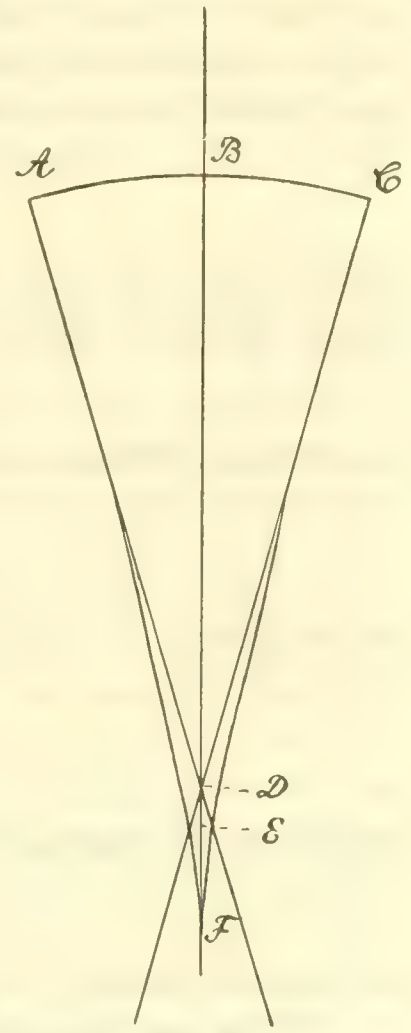


Fig. 6.

$$DF = \frac{r^2}{2n(n-1)R},$$

folglich der Abstand des dünnsten Querschnittes vom Focalpunkte

$$EF = \frac{3r^2}{8n(n-1)R},$$

welche Formel bei einem Hornhautradius von 7,8 Mm. und dem Brechungsindex 1,3375 den Werth von beziehungsweise 0,1065, 0,4260 und 0,9545 Mm. bei einem Pupillenradius von bezw. 1, 2 und 3 Mm. ergiebt. Der hintere Focalabstand der Hornhaut, welcher bei minimaler Pupille gleich $\frac{1{,}3375 \,.\, 7{,}8}{0{,}3375} = 30{,}91$ Mm. ist, würde also bei Vergrösserung der Pupille vermindert werden, und die entsprechenden Refractionswerthe für den horizontalen

[1] Cfr. z. B. HEATH, A Treatise on geometrical Optics. Cambridge 1887.
[2] Ibid S. 139.

Meridian, in früher angegebener Weise nach den entsprechenden vorderen Brennweiten ausgerechnet, würden 43,27, 43,42, 43,88, 44,64 Dioptrien betragen bei minimaler Pupille bezw. einer Pupille von 1, 2, 3 Mm. Radius. Wäre nun der vertikale Meridian sphärisch corrigirt von 43,27 Dioptrien Brechkraft, so würde der durch die Brechung in der Hornhaut entstandene Astigmatismus von inversem Typus, welcher bei minimaler Pupille gleich Null wäre, bei Dilatation der Pupille zu 2, 4, 6 Mm. Durchmesser bezw. 0,15, 0,61, 1,37 Dioptrien betragen.

Was würde nun die Untersuchung einer solchen Hornhaut mit JAVAL's Ophthalmometer ergeben? Bekanntlich misst das Instrument den Winkel zwischen den Normalen in zwei in einem Abstande von 2,94 Mm. von einander gelegenen Punkten der Hornhaut, und die Ablesung ergiebt zweimal so viel Dioptrien als dieser Winkel Grad beträgt. Für die kreisförmige Krümmung des horizontalen Meridianes ergiebt sich, wenn der fragliche Winkel mit ω bezeichnet wird:

$$\sin {}^1/_2\omega = \frac{2{,}94}{2\,.\,7{,}8}$$

oder $\omega = 21^\circ\,44'$, und der abgelesene Refractionswerth ist 43,47 Dioptrien. Für den vertikalen Meridian haben wie die Gleichung

$$y^2 = 2px - qx^2,$$

durch deren Differenzirung sich ergiebt:

$$\frac{dy}{dx} = \cot {}^1/_2\omega = \frac{p - qx}{y}$$

und folglich:

$$\cot {}^1/_2\omega = \frac{\sqrt{p^2 - qy^2}}{y},$$

woraus nach Einsetzung von $p = 7{,}8$, $q = 1 - \frac{1}{n^2} = 0{,}4410$ und $y = \frac{2{,}94}{2}$ resultirt:

$$\omega = 21^\circ\,30'$$

und eine Ablesung von 43,00 Dioptrien.

Wäre nun das Auge vollkommen auf der Gesichtslinie centrirt und frei von Linsenastigmatismus, so würde ein Untersucher, welcher mit dem Ophthalmometer einen inversen Astigmatismus von $^1/_2$ Dioptrie, bei der subjectiven Prüfung keinen Astigmatismus, nach Dilatation der Pupille aber einen Astigmatismus von beinahe 1,5 D. fände, leicht verführt werden können, den Fall als accommodativen Linsenastigmatismus anzusehen, um so mehr, als verschiedene Cylindergläser bis 1,5 gleich gute Sehschärfe geben könnten und als das Cylinderglas, welches wahrscheinlich vorgeschrieben werden würde, zwar für die Ferne bei schwacher Beleuchtung wohlthuend wirkte, aber bei angestrengter Nahearbeit wegen der eintretenden Pupillencontraction unmöglich anzuwenden wäre — und doch lässt sich alles durch Einwirken der Pupillengrösse auf die Hornhautrefraction erklären! Gewiss, aber *nur bei einer solchen Hornhaut*, wie in diesem Beispiele angenommen, *deren Existenz aber noch nie angegeben worden ist.* Erst dann, wenn solche Umstände vorlägen, dass im ver-

tikalen Meridiane eine Abflachung, welche die Hornhaut vollkommen aplanatisch machte, im horizontalen aber gar keine sich vorfände, erst dann würde die Einwirkung der Pupillengrösse auf die Lichtbrechung in der Hornhaut dazu ausreichen, um die Differenz, welche gewöhnlich zwischen ophthalmometrisch gemessenem und bei der subjectiven Prüfung befundenem Astigmatismus vorhanden ist, oder diejenige zwischen erforderlicher Cylindercorrection vor und nach einer Atropininstillation, oder endlich den Grund zu erklären, warum einzelne Individuen mit Cylindergläsern von verschiedener Stärke volle Sehschärfe haben können, und warum nicht immer dieselbe Cylindercorrection zur Nahearbeit verwendet werden kann wie zum Sehen in die Ferne. Gewiss muss die Differenz der Abflachung in den verschiedenen Hornhautmeridianen *in diesem Sinne* wirken, aber wenn man bedenkt, wie viel sich das Extrem des obigen Beispieles von der wirklichen Form der Hornhaut entfernt, muss man entschieden in Abrede stellen, dass die genannten Symptome in einem irgend wie beachtenswerthen Grade vom Einflusse der Pupillengrösse auf die Lichtbrechung in der Hornhaut herrühren können, so weit dieser Einfluss durch die stärkere Abflachung des vertikalen Meridianes bedingt sein sollte.

Diese grössere Abflachung des vertikalen Hornhautmeridianes, welche nunmehr als bewiesen erachtet werden muss, kann doch vielleicht in anderer Weise den Schlüssel zu manchem Räthsel geben. Die Differenz muss offenbar durch Einwirken des Liddruckes entstehen, wodurch auch die asymmetrische Abflachung des vertikalen Meridianes erklärt wird, in dem das obere Lid in grösserer Ausstreckung als das untere und mit grösserer Kraft der Hornhaut anliegt und damit an der normalen Hornhaut eine Tendenz zur Ausbildung in verkleinertem Masstabe von einer dem Keratoconus ähnelnden Deformität bewirken muss, bei welcher letzteren, wie ich gezeigt[1] habe, auch eine sehr ausgeprägte Asymmetrie im vertikalen Meridiane zum Typus gehört. Hieraus folgt, dass in den Fällen, wo die Differenz der Abflachung im horizontalen und vertikalen Hornhautmeridiane ungewöhnlich ausgeprägt auftritt, wahrscheinlich auch eine entschiedene Asymmetrie des vertikalen Meridianes vorhanden ist und umgekehrt. Wenn nun eine Hornhaut, welche, am Scheitel unastigmatisch, im horizontalen Meridiane weniger abgeflacht ist als im vertikalen, durch parallele gegen die Hornhautachse senkrechte Ebenen abgeschnitten wird, so müssen die durch diese Ebenen abgeschnittenen Curven einen grösseren vertikalen als horizontalen Durchmesser haben. Ein solches Verhalten ist aber kaum denkbar, ohne dass in der ganzen vorderen Bulbusparthie eine ähnliche Ungleichheit stattfindet. Es muss also wahrscheinlich auch die Linse entweder durch oblonge Form mit grösstem vertikalem Durchmesser oder durch stärkere Abflachung im vertikalen Meridiane, vielleicht durch diese beiden Momente, an der genannten Deformität theilnehmen. Damit wäre aber die Ursache gegeben zu einem statischen Linsenastigmatismus von inversem Typus, welcher den täglich zu constatirenden Unterschied zwischen mit dem Ophthalmometer gemessenem und durch die Untersuchung nach der Dondersschen Methode gefundenem, d. i. zwischen cornealem und totalem Astigmatismus, hinreichend erklärte. In wie weit eine grössere Abflachung des vertikalen als des horizontalen Meridianes der Linse Wechsel des Astigmatismus bei Veränderung der Pupillengrösse nach dem oben für die Hornhautrefraction gegebenen Schema zu verur-

[1] Ett fall af keratuconus med tydlig pulsation af hornhinnan. Nord. Ophth. Tidskr. Bd. IV, S. 142, 1892.

sachen im Stande wäre, das lässt sich nicht beurtheilen; dass aber eine solche Differenz, falls wirklich vorhanden, ebenso wie diejenige der Hornhautabflachung, *in diesem Sinne* einwirken muss, liegt ohne weiteres auf der Hand.

Ein solcher Wechsel des Astigmatismus lässt sich aber unschwer durch die Asymmetrie des gebrochenen Strahlenbündels erklären. Dass nämlich eine Decentration der optischen Zone der Hornhaut z. B. nach unten bei der nahe am Centrum beginnenden Abflachung nach oben nicht ohne merkbaren Einfluss auf die Eigenschaften des in der Hornhaut gebrochenen Strahlenbündels sein kann, ist offenbar. Und zwar muss dieses Strahlenbündel dadurch in Bezug auf die horizontale Ebene asymmetrisch werden. Ist nun das Auge frei von Astigmatismus oder ein vorhandener Astigmatismus durch Gläser corrigirt, so kann nach dem, was ich an anderer Stelle gezeigt habe, keine vollkommene Homocentricität erreicht werden, sondern das gebrochene Strahlenbündel acquirirt die Eigenschaften derjenigen Strahlenbündel, die ich quasihomocentrisch genannt und näher untersucht habe. Bei der schärfsten Abbildung eines Punktes durch ein solches Strahlenbündel entsteht immer eine asymmetrische Zerstreuungsfläche, deren Grösse von der Öffnung des Strahlenbündels abhängt, und die am kleinsten ist, wenn der Astigmatismus in Bezug auf den centralen Strahl als Leitstrahl corrigirt ist. Da nun aber der Astigmatismus im ganzen gebrochenen Strahlenbündel von Strahl zu Strahl so wohl dem Grade als auch, wenn das Bündel von der von mir so genannten dritten Form ist, der Richtung nach wechselt, so leuchtet es ein, dass durch Correction in Bezug auf den einen oder anderen Strahl als Leitstrahl immer quasihomocentrische Strahlenbündel erhalten werden. Zwar werden immer die genannten Zerstreuungsflächen bei Correction in Bezug auf andere Strahlen, als den centralen, etwas grösser werden, aber der als neu zugekommene Theil wird im Verhältniss zum anderen sehr lichtschwach sein. Es müssen also bei ausgesprochener Asymmetrie verschiedene Correctionen den Astigmatismus ungefähr gleich gut ausgleichen, ohne dass dabei die Sehschärfe beträchtlich beeinflusst wird. Welche von diesen möglichen Correctionen die beste ist, hängt sicherlich davon ab, in welchem Theile die sphärische Correction am besten ist. Wenn nun diese Correction in einer excentrisch gelegenen Parthie des Strahlenbündels am vortheilhaftesten ist, so leuchtet es ein, dass diese Parthie, wenn sie bei grösserer Pupille mit in Wirkung kommt, bestimmend sein muss so wohl für den Grad als für die Richtung der Hauptmeridiane des bei Untersuchung mit Gläsern gefundenen Astigmatismus, während bei kleiner Pupille nur die centrale Parthie des Strahlenbündels den Ausschlag geben kann, *dass also der durch die Lichtbrechung in der Hornhaut entstandene Astigmatismus so wohl dem Grade nach als in Bezug auf die Richtung der Hauptmeridiane durch Veränderung der Pupillengrösse beeinflusst werden kann, wenn die Hornhaut eine ausgeprägte Asymmetrie aufweist.* Offenbar spielt die Lage der Pupille hier eine grosse Rolle, und es ist, wie weiter unten an Beispielen gezeigt werden soll, von grosser Bedeutung, ob die Pupille in derselben Richtung wie die optische Zone der Hornhaut decentrirt ist oder in der entgegengesetzten. Im ersten Falle wird keine merkliche, im letzten eine bedeutende Asymmetrie des gebrochenen Strahlenbündels resultiren.

II.

Klinische Untersuchungen.

Um nun von diesen theoretisch gefundenen Resultaten für das praktische Gebiet Nutzen zu haben, wäre es wünschenswerth, von einer grossen Zahl von klinischen Fällen Messungen wie die oben angeführte zu haben. Ich brauche aber nicht anzudeuten, dass wegen der grossen Forderung, welche solche Messungen mit den nöthigen Rechnungen an die Zeit stellen, ein hinreichend grosses klinisches Material nicht auf diese Weise zu erhalten ist. Ich habe daher eine Methode ausgedacht, welche die methodische Untersuchung der pathologischen Grade von Asymmetrie oder Decentration zu einer currenten klinischen Untersuchung machen kann. Bei der Untersuchung meiner Photographien ohne Messung habe ich bald gefunden, dass in manchen Fällen die abnorme Asymmetrie schon durch einfache Inspection der Bilder zu diagnosticiren ist. Da aber immerhin mit den runden oder bei der Photographie der peripherischen Spiegelbilder mehr oder weniger elliptischen oder oval geformten Figuren nicht viel zu erreichen war, habe ich für die Untersuchung eine andere Form der Scheibe gewählt. Hierbei bin ich von der Thatsache ausgegangen, dass das Auge viel sicherer bei der Beurtheilung von kleinen Verunstaltungen eines Quadrates ist als von denjenigen eines Kreises, und habe demnach die Scheibe so construirt, dass das Spiegelbild in einer sphärischen Fläche vollkommen quadratische Felder bildet, aber mit Beibehaltung desjenigen Verhältnisses zwischen den Feldern, bei welchem die Breite dieser immer proportional ist dem Radius des Flächenelementes, in welchem sie abgespiegelt werden. Mit anderen Wortern: ich habe die weissen Ringe der in der Fig. 3, S. 21, abgebildeten Scheibe so umgeformt wie es die Fig. 7 zeigt und dadurch Spiegelbilder im centralen Theile der Hornhaut erhalten, wie das Bild 4, Taf. I, in vergrössertem Masstabe eines abbildet.

Bei der Construction der Scheibe habe ich eine solche Grösse der quadratischen Spiegelbilder gewählt, dass jedes Viereck um einen der Kreise der von den oben beschriebenen Scheiben gegebenen Spiegelbilder umgeschrieben ist. Wenn Figur 8, S. 48, ein Quadrat des zu erreichenden Hornhautspiegelbildes vorstellt, sind also die den Punkten A auf der Scheibe entsprechenden Punkte der Lage nach durch die Durchmesser der Ringe auf den oben beschriebenen Scheiben gegeben. Um die Lage auf der Scheibe für einen Punkt zu finden, welcher im Spiegelbilde einem beliebigen Punkte B entspricht, dessen Radius Vector BO mit OA einen Winkel ϑ bildet, haben wir die Formel I und II, S. 14 und 15, zu benutzen. Um Verwechselungen zu vermeiden, geben wir den Winkeln, welche dort β genannt wurden, und welche den Punkten A entsprechen, jetzt, wenn es sich um einen

anderen beliebigen Punkt B handelt, die Benennung γ. Da die Fläche, welche ein quadratisches Spiegelbild geben soll, die Sphäre ist, haben wir also nach I:

$$\frac{OA}{\varrho} = \sin \beta,$$

$$\frac{OB}{\varrho} = \sin \gamma;$$

und da weiter

$$\frac{OA}{OB} = \cos \vartheta$$

ist, so ergiebt sich

$$\sin \gamma = \frac{\sin \beta}{\cos \vartheta}.$$

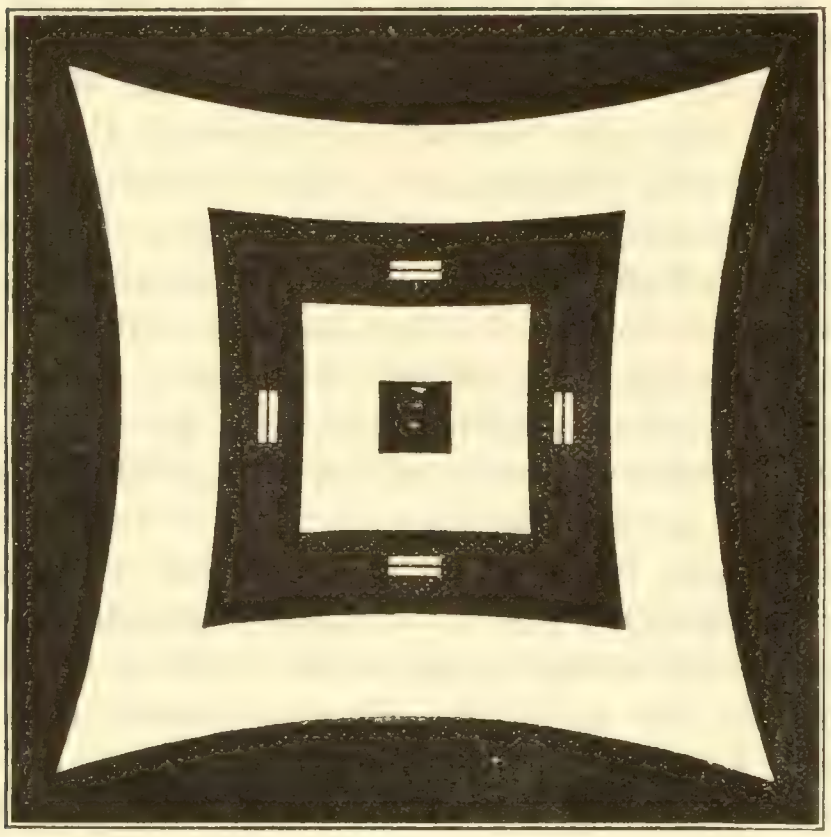


Fig. 7.

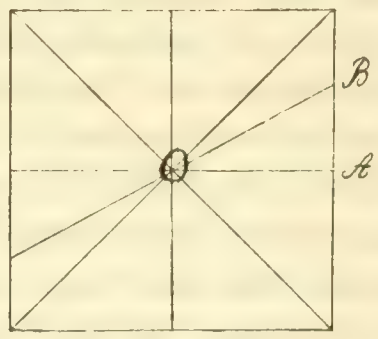


Fig. 8.

Nach den Formel II haben wir für die Lage der entsprechenden Punkte auf der Scheibe, deren Abstände vom Scheibencentrum wir allgemein mit c bezeichnen wollen,

$$\frac{c}{a} = \operatorname{tg} 2\gamma.$$

Da die Werthe von β und a schon bekannt sind, lassen sich aus diesen Formeln die Werthe von c ausrechnen, welche beliebigen Werthen von ϑ entsprechen, so dass jeder Punkt der Curven in Polarcoordinaten ϑ, c erhalten werden kann. Für die technische Ausführung der Scheibe habe ich fünf Punkte an jeder Curve als hinreichend erachtet und daher die Rechnung nur für die Werthe $\vartheta = 30°$ und $\vartheta = 45°$ ausgeführt.

Die Rechnung ergiebt für $\vartheta = 30°$:

$$c_{\mathrm{I}} = 24{,}_{34},\ c_{\mathrm{II}} = 75{,}_{20},\ c_{\mathrm{III}} = 133{,}_{39},\ c_{\mathrm{IV}} = 207.{}_{67}$$

und für $\vartheta = 45°$:

$$c_{\mathrm{I}} = 29{,}_{87},\ c_{\mathrm{II}} = 93{,}_{68},\ c_{\mathrm{III}} = 172{,}_{30},\ c_{\mathrm{IV}} = 289{,}_{28}.$$

Unter Hinzuziehung der aus der Tab. 1, S. 16, bekannten Werthe für b habe ich demnach für die Construction der Curven folgende Punkte angegeben:

Winkel mit der Horizontalen.	Abstände vom Mittelpunkte in Mm.			
0°, 90°, 180°, 270°	21	$64^{1}{}_{2}$	$112^{2}{}_{3}$	170
30°, 60°, 120°, 150°, 210°, 240°, 300°, 330°	$24^{1}{}_{3}$	$75^{1}{}_{4}$	$133^{1}{}_{3}$	$207^{2}{}_{3}$
45°, 135°, 225°, 315°	30	$93^{2}{}_{3}$	$172^{1}{}_{3}$	$289^{1}{}_{4}$.

Die Fixationsmarken für die Untersuchung bei peripherer Blickrichtung wurden in demselben Abstande 140 Mm. vom Centrum angebracht wie auf den anderen Scheiben. Endlich wurden im äusseren schwarzen Felde in den vier Hauptrichtungen je eine kurze doppelte weisse Linie angebracht um die Messung des cornealen Astigmatismus auf den Platten ausführen zu können.

Wir wollen jetzt zuerst einige normale Fälle mit dieser Methode untersuchen.

Die Tafel II, Gruppe 1 zeigt dasselbe Auge, dessen Hornhautrefraction ich oben als Paradigma gegeben habe. Im centralen Bilde sehen wir die Vierecke vollkommen regelmässig; nur die oberste Linie des äussersten Quadrates ist von den Cilien beschattet und daher nicht zu sehen. Was die Lage des Bildes betrifft, so steht es ebensoweit vom oberen wie vom unteren Hornhautrande entfernt, dem inneren aber merklich näher als dem äusseren. Mit der Loupe ist auch deutlich zu sehen, wie die Pupille etwas lateralwärts vom Centrum des Spiegelbildes steht. Die zwei Bilder der oberen und unteren Hornhautparthie sind in Bezug auf einander vollkommen symmetrisch. Sie zeigen ohne weiteres eine bedeutende, gegen die Peripherie hin zunehmende Abflachung der Hornhaut an. An beiden, insbesondere aber am unteren, ist aus den schiefen Winkeln ersichtlich, dass die betreffende Hornhautparthie nicht um die vertikale Mittellinie des Spiegelbildes symmetrisch sein kann. Das innere Quadrat ist nämlich im unteren Bilde so verunstaltet, wie wenn es in einer von oben und etwas lateralwärts, nach unten und etwas medialwärts gehenden Richtung ausgezogen worden wäre. Die Abflachung ist also in dieser Richtung am grössten, oder mit anderen Worten, das Bild deutet an, dass der Scheitel der Hornhaut nicht zur Gesichtslinie centrirt ist, sondern nach aussen von demjenigen Punkte gelegen sein muss, in welchem die Hornhaut von derjenigen Normale geschnitten wird, welche der Gesichtslinie parallel ist. Dieser Punkt ist offenbar derselbe, in welchem das Centrum des Spiegelbildes bei Untersuchung der centralen Hornhautparthie gesehen wird. Der Uebersichtlichkeit wegen gehen wir bei den folgenden Betrachtungen immer von diesem Punkte aus und sprechen also die festgestellte Thatsache so aus: die beiden vertikalen Bilder (insbesondere das untere) zeigen den Hornhautscheitel nach aussen gelegen. Hiermit steht die aus den beiden horizontalen Bildern sofort ersichtliche Asymmetrie des horizontalen Hornhautmeridianes in gutem Einklange. Es bedarf keiner näheren Erörterung, wie aus ihnen hervorgeht, dass die Abflachung nach innen bedeutend kräftiger ist als nach aussen.

Uebrigens sind diese beiden Bilder in Bezug anf ihre horizontale Mittellinie ziemlich symmetrisch, doch scheinen sie, insbesondere das äussere, einigermassen anzudeuten, dass der Hornhautscheitel etwas nach unten gelegen ist. Wir sehen also, dass, während die bei den oben dargelegten Messungen constatirte horizontale Asymmetrie sich bei dieser Untersuchungsmethode sofort kundgiebt, im Gegentheil die geringere vertikale Asymmetrie kaum mit Sicherheit nachgewiesen werden kann.

Auf der Gruppe 2 derselben Tafel II sehen wir das rechte Auge eines Mediciners W. L., am $^{5}/_{12}$ 93 photographirt, welches mit einer Hyperopie von 0,75 Dioptrie eine Sehschärfe von $^{6}/_{5}$ darbot. Wir sehen hier an den peripheren Bildern eine nach allen Richtungen mässige Abflachung, welche jedoch nach innen merklich grösser ist als nach den anderen Richtungen: normale horizontale Asymmetrie. Keine deutliche vertikale Asymmetrie ist aus den Bildern ersichtlich. Normaler Weise steht das centrale Spiegelbild näher dem inneren als dem äusseren Hornhautrande, und man sieht mit der Lupe (wenigstens an der Originalplatte), dass die Pupille ein wenig nach aussen gelegen ist, indem der Pupillenrand nach innen im Zwischenraume zwischen die beiden kleinen weissen Striche fällt nach aussen aber ganz ausserhalb beider liegt.

Die Tafel III, Gruppe 1, zeigt das rechte Auge eines Mediciners L., welches am $^{17}/_{12}$ 93 photographirt wurde und mit + 0,75 C., horizontale Achse, eine Sehschärfe von $^{6}/_{5}$ besass. Wegen der kleinen Augenspringe wurde beim Photographiren dieses Auges eine etwas kleinere Excursion für die peripheren Blickrichtungen gewählt, wonach die Bilder dieses Auges nicht mit denjenigen der übrigen Fälle direkt vergleichbar sind. Das centrale Bild ist in diesem Auge nicht nur nach innen und oben in der Hornhaut decentriert, sondern auch in derselben Richtung etwas ausgezogen. Die Pupille ist etwas nach aussen und ein wenig nach unten gelegen. Die horizontalen Bilder deuten an, dass der Hornhautscheitel etwas nach unten, die vertikalen, dass er nach aussen gelegen ist. In Uebereinstimmung hiermit zeigt das innere Bild eine grössere Abflachung an als das äussere, das obere als das untere. Resumirt also: Centrales Spiegelbild dem inneren oberen Rande näher als dem äusseren unteren, Pupille etwas nach aussen unten, Abflachung am grössten nach innen und nach oben, Hornhautscheitel nach aussen und unten gelegen; mit anderen Worten: dieselben Verhältnisse wie im vorigen Falle nur die normale Asymmetrie in schiefer anstatt horizontaler Richtung.

Zum gleichen Typus gehört der nächste Fall, Taf. III, Gruppe 2: O. N. Mediciner; rechtes Auge am $^{22}/_{12}$ 93 photographirt; mit + 0,25 ⌒ + 0,75 C. (horizontale Achse) Sehschärfe $^{6}/_{5}$. Wir sehen das centrale Bild nach innen und oben in der Hornhaut gelegen; wir finden die Abflachung grösser nach innen und nach oben als nach aussen, bezw. nach unten; wir ersehen aus den vertikalen Bildern, dass der Hornhautscheitel nach aussen und aus den horizontalen Bildern, dass er nach unten gelegen sein muss; endlich sehen wir die Pupille nach unten aussen gelegen. Wenn die Reproduction nicht gestattet, diese Beobachtung direct am centralen Bilde zu machen, wie es an der Platte geschehen kann, so ist doch aus dem unteren Bilde die Verschiebung der Pupille nach aussen, aus dem äusseren die Verschiebung nach unten mit Leichtigkeit zu ersehen.

Wenn schon die zwei letzten Fälle, obwohl klinisch als vollkommen normal zu betrachten, doch durch die schiefe Richtung der normalen Asymmetrie sich als weniger

regelmässig gebaut erwiesen haben, so ist dies noch mehr der Fall mit dem in der Tafel IV, Gruppe 1, dargestellten Auge, welches vielleicht einen Uebergang zum pathologischen, jedenfalls die äusserste Grenze des physiologischen Gebietes darstellt. Das rechte Auge des Mediciners B., am $^{8}/_{12}$ 93 photographirt, hat jedoch nie krankhafte Symptome gezeigt und besitzt mit + 0,75 ⌒ + 0,75 C. (30° nach Javal) eine Sehschärfe von $^{6}/_{5}$. Das centrale Bild ist nach innen und vielleicht etwas nach unten gelegen. Die Pupille nach oben verschoben. Die horizontalen Bilder zeigen eine normaler Weise grössere Abflachung nach innen als nach aussen, deuten aber ausserdem bestimmt an, dass der Hornhautscheitel nach oben gelegen ist. In Uebereinstimmung hiermit zeigen die vertikalen Bilder eine bedeutendere Abflachung nach unten als nach oben, sowie sie andeuten, das der Hornhautscheitel etwas nach aussen gelegen ist. Dieser Fall lässt sich offenbar nicht wie die vorigen deuten als durch normale Asymmetrie in schiefer Richtung bedingt. Bei der normalen Asymmetrie, die man sich am besten vorstellt als durch schiefen Einfall der Gesichtslinie in eine Rotationsfläche mit centrirtem Diaphragma entstanden, muss die Lage des Spiegelbildes in der Hornhaut gerade entgegengesetzt der Verschiebung der Pupille zum Spiegelbilde sein, und der Hornhautscheitel muss nach der gleichen Richtung vom Spiegelbilde gelegen sein wie die Pupille, so dass auch die Abflachung nach dieser Richtung kleiner ist als nach der entgegengesetzten, während in einer darauf senkrechten Richtung keine merkbare Asymmetrie bestehen darf. Hier finden wir aber das Spiegelbild nach innen in der Hornhaut gelegen, Pupille und Hornhautscheitel nach oben, und zu der normalen horizontalen Asymmetrie, welche jedoch der Compensation entbehrt, welche sonst die Verschiebung der Pupille nach aussen gewährt, gesellt sich eine abnorme[1] vertikale Asymmetrie, die jedoch durch eine entsprechende Pupillendecentration nach dem Scheitel zu compensirt ist.

Bei in klinischer Hinsicht normalen Augen habe ich also folgende drei Typen gefunden:

1. In den regelmässigsten Fällen nur die normale horizontale Asymmetrie;
2. In den weniger regelmässigen Fällen eine solche Combination von vertikaler und horizontaler Asymmetrie, dass das Bild einer normalen Asymmetrie in schiefer Richtung entsteht;
3. In unregelmässigeren Fällen normale Asymmetrie des horizontalen Meridianes combinirt mit ausgeprägter abnormer Asymmetrie des vertikalen Meridianes jedoch mit vertikaler Verschiebung der Pupille in der Richtung nach der kleinsten Abflachung.

An der Hand dieser Erläuterungen über die Form der normalen Hornhaut, wie sie sich bei dieser Untersuchungsmethode ergiebt, mögen wir jetzt zur Untersuchung einiger Fälle übergehen, in welchen krankhafte Symptome von Seiten der Augen bestanden. Einen prägnanten Fall dieser Art zeigt uns Tafel IV, Gruppe 2, die das am $^{5}/_{12}$ 93 photographirte rechte Auge des Herrn B. wiedergiebt. Im centralen Bilde sehen wir das Spiegelbild nach innen und oben in der Hornhaut gelegen. Die Pupille ist nach unten ver-

[1] Abnorm, weil nicht durch schiefe Incidenz zu erklären, sondern nun durch wirkliche Decentration des Hornhautscheitels.

schoben; die horizontalen Bilder zeigen eine normale, horizontale Asymmetrie, jedoch ohne die corrigirende Pupillendislocation nach aussen. Die vertikalen Bilder zeigen eine bedeutende Asymmetrie des vertikalen Meridianes mit grösserer Abflachung nach unten an. Besonders deutlich ist aus den Bildern ersichtlich, dass die untere Hornhautparthie einen grösseren inversen Astigmatismus aufweist als die obere. Die Verhältnisse sind in diesem Auge ungefähr dieselben wie in dem zuletzt beschriebenen, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Dislocation der Pupille in der Richtung der grössten Abflachung des vertikalen Meridianes stattfindet. Was dieser Unterschied bedeutet, leuchtet ohne weiteres ein. Ist der vertikale Meridian der Hornhaut mit Bezug auf die Gesichtslinie asymmetrisch abgeflacht, die Pupille aber nach der Seite der geringsten Abflachung decentrirt, so entsteht hierdurch eine Art Compensation, und das in der Hornhaut gebrochene durch die Pupille hindurchgehende Strahlenbündel ist regelmässiger, als wenn keine Pupillendecentration bestände. Im Gegentheil, wenn die Pupille nach der entgegengesetzten Seite dislocirt ist, muss das durch die Pupille eindringende Strahlenbündel weniger regelmässig sein, als wenn keine Pupillendecentration bestände, und es muss die Eigenschaften eines astigmatischen Strahlenbündels der von mir beschriebenen 2ten Ordnung haben. Bei welcher Weite der Pupille diese Eigenschaften störend sein müssen, darüber kann leider kein Aufschluss erhalten werden, da, wie oben des näheren auseinandergesetzt wurde, die genaue Kenntniss von der Form des centralen bis auf Weiteres approximativ als sphärisch angenommenen Hornhauttheiles uns noch fehlt; so viel ist aber einleuchtend, dass sowohl der Astigmatismus als die Asymmetrie des in dieser Hornhaut gebrochenen Strahlenbündels bei Erweiterung der Pupille zunehmen müssen, und dass die Verengung der Pupille in einem solchen Auge unendlich viel mehr für die Deutlichkeit der Retinalbilder erforderlich ist als in einem normalen. Dass hierdurch eine Tendenz zur beständigen Accommodation entstehen muss, ist mehr als wahrscheinlich.

Der Träger des Auges, ein damals 47-jähriger Verwalter grosser Güter in Norrland, wurde mir am $^{30}/_{11}$ 93 von einem Stockholmer Collegen zugeschickt, dessen Hilfe er wegen schwerer Kopfschmerzen gesucht hatte. Die Untersuchung, in weiter unten zu beschreibender Weise ausgeführt, ergab an beiden Augen inversen einfachen Astigmatismus, und er erhielt mit $-1{,}25$ C., verticale Achse, vollkommene Sehschärfe am rechten Auge, während das linke Auge mit $-1{,}75$ C., vertikale Achse, beinahe vollkommen die entsprechende Zeile der Tabelle lesen konnte. Der Hornhautastigmatismus, mit meinem Astigmometer gemessen, war an beiden Augen gleich Null. Der Patient hatte bisher immer — auch während seines Aufenthaltes in Stockholm — wenigstens zwei bis drei Mal in der Woche so schwere Anfälle von Kopfschmerzen gehabt, dass er seine Beschäftigung unterbrechen musste, um zur Ruhe zu gehen. Nachdem er die genannten Cylindergläser erhalten, hatte er in der ersten Woche nur einen gelinden Anfall und war dann den ganzen Monat vollkommen frei von Kopfschmerzen, bis er am $^{3}/_{1}$ 94 sich unmittelbar vor seiner Abreise einstellte. Erst in der letzten Nacht hatte er wieder einen Anfall gehabt, welcher aber in Zusammenhang mit einer schweren Indigestion auftrat. Während der Heimreise, wurde er von der Influenza ergriffen; unmittelbar danach stellte sich ein typischer Anfall von Kopfschmerzen ein. Die Anfälle häuften sich wieder ganz wie vorher; im Sommer 1894 wurde Eiweiss im Urin gefunden, und im November sah ich ihn wieder mit ausgeprägter

Nephritis und Retinitis albuminurica. Was die Ursache der Kopfschmerzen in diesem Falle gewesen, ist nicht leicht zu sagen, und da der Fall durch Influenza mit nachfolgender Nierenerkrankung komplicirt wurde, konnte natürlich kein anderer Ausgang erwartet werden als die Wiederkehr der Kopfschmerzen. Die eklatante Besserung nach der Gläserverordnung scheint aber anzudeuten, dass die Augenanstrengung ein auslösendes Moment der Anfälle ausgemacht hatte. Und dass die Anstrengung beim Sehen nicht fehlte, dafür bürgte die oben dargelegte Beschaffenheit der Hornhaut (Das linke Auge zeigte ähnliche Bilder wie das rechte).

Die nächste Tafel Nr. V, Gruppe 1, zeigt eine verschiedene Form der Hornhaut. Der Hofgerichtsnotar L. fand sich am $^{22}/_{1}$ 92 bei mir ein mit Klagen über ein lästiges Flimmerscotom, dessen Anfälle er etwa zweimal wöchentlich mit dem nachfolgenden charakteristischen Kopfschmerz durchzumachen hatte. Die Untersuchung ergab an beiden Augen einen zusammengesetzt hyperopischen Astigmatismus von inversem Typus (r. A $+ 1{,}_{50} \frown - 1{,}_{0}$ C. (90°) l. A. $+ 1{,}_{25} \frown - 0{,}_{50}$ C. (90°)). Mit der bezüglichen Correction hatte er eine Sehschärfe grösser als 1,0. Er erhielt für beide Augen + 0,50 C., horizontale Achse. Im ersten Jahre hatte er nur 2 oder 3 Anfälle. Im Jahre 1893 aber waren die Anfälle wieder etwas häufiger geworden, traten jedoch nicht öfter als einmal im Monat auf. Er war zudem während dieses Jahres sehr überanstrengt und hatte viel Nachtarbeit gehabt. Seit dem $^{14}/_{12}$ 93, als das rechte Auge, dessen Bilder die Tafel wiedergiebt, photographirt wurde, habe ich nichts von ihm gehört. Das centrale Bild sehen wir nach innen und oben in der Hornhaut stehen. Die Lage der Pupille ist am centralen Bilde nicht ersichtlich. (Die Iris war so dunkel, dass bei der erforderlichen Kürze der Exposition die von ihr reflectirten Strahlen keinen Eindruck auf der Platte hinterliessen). Im oberen und unteren Bilde dagegen ist die etwas nach innen decentrirte Lage der Pupille ersichtlich. Die horizontalen Bilder zeigen eine normalerweise etwas grössere Abflachung nach innen an. Aus dem lateralen ist ausserdem deutlich zu sehen, dass der Hornhautscheitel nach unten gelegen ist. Aus den beiden vertikalen Bildern ergiebt sich eine deutliche vertikale Asymmetrie mit rapiderer Abflachung nach oben. Dass eine besonders starke Abflachung nach oben aussen besteht, können wir aus dem oberen und lateralen Bilde ersehen. Was übrigens sofort in die Augen springt, das ist der Gesammteindruck von ungewöhnlich grossen Hornhautradien. (Die peripheren Theile der Figur in den peripheren Bildern fallen ausserhalb des Limbus). Wir haben also hier eine Hornhaut, welche ausser anderen Anomalien (besonders scharfe Abflachung nach oben aussen, Decentration der Pupille nach innen) eine starke vertikale Asymmetrie zeigt ohne entsprechend compensirende Pupillendecentration nach unten. In gleicher Art, wenn auch nicht in gleichem Grade, wie im vorigen Falle (wo eine entgegengesetzte Pupillendecentration stattfand), muss bei Dilatation dieser Pupille der inverse Astigmatismus sowohl wie die Asymmetrie des gebrochenen Strahlenbündels zunehmen, und der Kranke ist täglich und stündlich der Versuchung ausgesetzt, durch unnöthige Accommodationsanstrengung mit concomitirender Verkleinerung der Pupille die Deutlichkeit der Retinalbilder zu verbessern. Dass diese Anstrengungen zum Auslösen der Anfälle von Flimmerscotom in diesem Falle beigetragen haben, scheint der Erfolg der Correction zu beweisen.

Ich gehe nun zur Darstellung einiger Fälle von Myopie über. Da nämlich ungeachtet der Verschiedenheit der Ansichten über die Entstehung und Ursache der Myopie als bewiesen erachtet werden muss, dass anstrengende Nahearbeit durch den einen oder anderen Factor von Einfluss ist, schien es von Interesse zu untersuchen, ob bei der Myopie solche Asymmetrien der Hornhaut vorkommen, welche in oben angedeuteter Weise die Ursache abgeben können für die unnöthige Näherung des Buches zu den Augen, welche erfahrungsgemäss früher auftritt als die wirkliche Myopie.

Tafel V, Gruppe 2, zeigt das am $^{15}/_{12}$ 93 photographirte rechte Auge des Mediciners O., welches mit $-4{,}50 \frown$, $-0{,}50$ C. (60°) eine Sehschärfe von $^{6}/_{5}$ hatte. Wir sehen das centrale Bild nach innen, die Pupille nach aussen oben davon. Die horizontalen Bilder stellen normale, horizontale Asymmetrie dar. Die vertikalen sind asymmetrisch und zeigen stärkere Abflachung oder wenigstens stärkeren inversen Astigmatismus in der oberen als in der unteren Hornhautparthie. Also ausgeprägte vertikale Asymmetrie mit einer Pupillendecentration welche der compensirenden entgegengesetzt ist.

Die Bilder der Tafel VI, Gruppe 1, gehören zu dem am $^{24}/_{1}$ 94 photographirten rechten Auge des Collegen L., welches mit $-4{,}5 \frown$, $-1{,}0$ C. (90°) eine Sehschärfe von 1,0 besass. Das centrale Bild steht nach innen, die Pupille nach oben; die horizontalen Bilder stellen normale, horizontale Asymmetrie dar. Die vertikalen Bilder zeigen eine asymmetrische Abflachung an: stärker nach unten als nach oben. Daneben sehen wir aber an der Divergenz der äusseren Linien des oberen Spiegelbildes, dass der horizontale Radius nach oben geschwinder zunimmt als nach unten. (Unregelmässige Form der Fläche: $\frac{d\varrho_1}{ds_{11}}$ und $\frac{d\varrho_{11}}{ds_{11}}$ nach den von mir a. a. O. gewählten Bezeichnungen sind von entgegengesetzten Zeichen). Also: complicirte vertikale Asymmetrie, obwohl mit compensirender Decentration der Pupille.

Die Tafel VI, Gruppe 2, zeigt das rechte Auge eines am $^{15}/_{12}$ 93 photographirten Mediciners L. welcher an diesem Auge mit $-3{,}50 \frown$, $-0{,}25$ C. (90°) volle Sehschärfe hatte. Wir sehen das centrale Bild nach innen, die Abflachung nach innen grösser als nach aussen, in vertikaler Richtung aber symmetrisch. Aber sämmtliche peripheren Bilder zeigen eine ungewöhnlich starke Abflachung der Hornhaut nach allen Seiten an. Ist nun die gewöhnliche sphärische Aberration der Hornhaut normalerweise durch die Linse corrigirt, so kann man sich schwerlich vorstellen, dass eine so starke Abflachung der Hornhaut nach allen Seiten ohne Uebercorrection der sphärischen Aberration bestehen kann, wodurch aber das Bedürfniss eines kleinen Diaphragmas ebenso wie durch die Asymmetrie entsteht, und folglich auch ein Stimulus zur Nahearbeit gegeben ist.

Zum Schluss gebe ich in der Tafel VII ein Beispiel eines anderen Hornhauttypus, der bei Myopie vorkommt. College H., dessen rechtes Auge am $^{11}/_{1}$ 94 photographirt wurde, hatte an diesem Auge mit $-10{,}0$ oder $-9{,}50 \frown$, $-0{,}50$ C. (90°) eine Sehschärfe, die grösser als 1,0 war. Das centrale Bild ist aber nach aussen in der Hornhaut gelegen, die Pupille deutlich nach innen und vielleicht etwas nach oben. Die horizontalen Bilder zeigen eine auffällige abnorme Asymmetrie des horizontalen Meridianes an, indem die Abflachung nach aussen bedeutend grösser ist als nach innen, und in Uebereinstimmung hiermit zeigen die vertikalen Bilder, dass der Hornhautscheitel nach innen gelegen ist. Der

Vergleich dieser beiden letzterwähnten Bilder ergiebt auch eine deutliche vertikale Asymmetrie mit stärkerer Abflachung nach oben als nach unten.

. Mit diesen Demonstrationen habe ich keineswegs die Absicht gehabt, etwa eine vollständige Darstellung der vorkommenden Typen zu geben. Im Gegentheil ist es recht wohl möglich, wenn eine solche Untersuchung auf ein grosses Material ausgedehnt werden könnte, dass neue Typen gefunden werden, oder das eine Eintheilung nach anderen Gründen gemacht werden kann.

Wollen wir dennoch einen Rückblick auf die als pathologisch hingestellten Fälle machen, so finden wir erstens einen Typus, welcher durch abnorme *vertikale Asymmetrie mit entgegengesetzter Pupillendecentration* charakterisirt ist. Diesen Typus, welcher nie vorzukommen scheint, ohne dass Asthenopie oder andere krankhafte Augensymptome oder Myopie vorhanden wäre, können wir sowohl von vornherein als nach dieser klinischen Erfahrung für pathologisch erachten. Wir sahen ihn oben theils in einem Falle, wo migraineartige Anfälle von der gegebenen Cylindercorrection wesentlich beeinflusst wurden, theils in einem Falle von Myopie. Zwar ist ja eigentlich durch die Untersuchung nur die Asymmetrie der peripheren Theile der Hornhaut erwiesen. Hiermit müssen wir uns aber einstweilen begnügen, da ja der genauere Bau der optischen Hornhautzone sich bis auf weiteres unserer Beurtheilung entzieht. Können wir aber nicht aus dieser Asymmetrie der peripheren Theile der Hornhaut Schlüsse betreffend den Bau der optischen Zone ziehen? Natürlich lässt sich die Frage nicht ohne weiteres in bejahendem Sinne beantworten, aber wenn wir bedenken, dass die an den peripheren Theilen befestigte Hornhaut durch den intraocularen Druck in seinem centralen Theile vorgebuchtet gehalten wird, so können wir uns schwerlich vorstellen, dass eine bedeutende Asymmetrie der peripheren Theile vorkommen könne, ohne dass entweder die Hornhautkuppel selbst asymmetrisch oder wenigstens decentrirt wäre in Bezug auf denjenigen Punkt der Hornhaut, mit Hinsicht auf welchen die peripheren Theile asymmetrisch sind. Haben wir ja doch gesehen, dass in einem physiologischen Falle, wo mit dieser Untersuchungsmethode keine merkliche Asymmetrie nachzuweisen war (Tafel II, Gr. 1), dennoch die genauere Messung eine deutliche Asymmetrie ergab (Fig. 4, S. 35), welche sich unter anderem so zu sagen durch eine Decentration der optischen Zone nach unten kundgab! Um so mehr und in einem um so höheren Grade haben wir diese Asymmetrie oder Decentration zu erwarten in einem Falle, wo die letztere Untersuchungsmethode positive Resultate giebt. Wird nun dazu durch die Lage der Pupille zum Spiegelbilde angedeutet, dass das zum Sehen angewendete Hornhautelement sich weiter in der Richtung nach der stärksten Abflachung erstreckt als in der entgegengesetzten, oder m. a. W: ist die Pupille in einer der normalen entgegengesetzten Richtung zur Hornhautkuppel decentrirt, so ist natürlich die schädliche Wirkung der Hornhautasymmetrie oder Decentration auf die Lichtbrechung beim Sehen um so ausgesprochener. Dass diese Wirkung hauptsächlich in einem bei zunehmender Pupillengrösse sich vergrössernden inversen Astigmatismus von immer asymmetrischer Form besteht, woraus das Bedürfniss der Pupillencontraction und eine übermässige Näherung der Arbeit folgen muss, ist oben erläutert worden.

Aber auch eine vertikale Asymmetrie ohne compensirende Pupillendecentration ist nach meiner Erfahrung wahrscheinlich als pathologisch zu erachten, um so mehr, wenn,

wie im Falle mit Flimmerscotom, andere Anomalien gleichzeitig vorkommen. Eine solche Complication bestimmt auch die Zugehörigkeit von Fällen wie der zweite Myopiefall zum Gebiete des Pathologischen, welcher Fall sonst nur eine vertikale Asymmetrie mit compensirender Pupillendecentration aufweist, einen Typus den ich, wie oben erwähnt, als die Grenze zwischen Physiologischem und Pathologischem ansehe.

Der dritte Myopiefall, welcher eine ungewöhnlich starke Abflachung der Hornhaut nach allen Seiten zeigt, repräsentirt einen der regelmässigsten Typen bei uncomplicirten Fällen dieser Refractionsanomalie, der letzte Fall dagegen mit ausgeprägter vertikaler Asymmetrie ohne compensirende Pupillendecentration (eher mit einer entgegengesetzten) und mit conträrer horizontaler Asymmetrie einen der am wenigsten regelmässigen.

Von grossem Interesse scheint es mir überhaupt zu sein, dass bei Myopie ausgeprägte pathologische Hornhautformen vorkommen, die sonst nicht ohne krankhafte Symptome sind. Zwar können wohl manche Formen secundär bei der Dehnung des Bulbus entstehen, aber wahrscheinlich können auch pathologische Hornhautformen — vielleicht durch erbliche Schädelform oder Gesichtsbildung entstanden — durch das Bedürfniss zur Näherung der Arbeit einen Einfluss auf die Entstehung der Schulmyopie ausüben. Dass dieses Bedürfniss sehr oft in hohem Grade lange vor dem Auftreten der Myopie sich kundgiebt, ist ja eine bekannte Thatsache. Dergleichen Fälle werden gewöhnlich als Accommodationskrampf aufgefasst.

Wenn wir uns also nach diesen Untersuchungen für berechtigt ansehen können, gewisse Formen von gesteigerter vertikaler Asymmetrie der Hornhaut als pathologisch zu bezeichnen, so haben wir auch damit die Methode demonstrirt, nach welcher die Untersuchung dieser Anomalie klinisch bewerkstelligt werden kann. Es leuchtet nämlich ein, dass die Spiegelbilder nicht photographirt werden müssen, um studirt werden zu können. Die photographische Darstellung ist nur für die Demonstration der Untersuchungsmethode nothwendig. Für die currente klinische Untersuchung ist die directe Observation der Spiegelbilder der am Objective eines für den geeigneten Abstand construirten Fernrohres befestigten Scheibe hinreichend. Zwar muss zugegeben werden, dass die Untersuchung keineswegs so leicht ist, wie wenn man den Vergleich zwischen den Bildern auf einer Photographie machen kann. Oft muss man die verschiedenen Bilder mehrere Male nach einander betrachten, um das richtige Urtheil über die Form der Hornhaut zu gewinnen. Die typischen Fälle einer vertikalen Asymmetrie sind aber im allgemeinen unschwer zu erkennen, und die Untersuchung der Hornhaut kann in solchen Fällen die unumgängliche subjective Untersuchung bedeutend erleichtern, in derselben Weise, wie dies die Ophthalmometrie bei der Untersuchung des regelmässigen Astigmatismus thut.

Die Bedeutung dieser Hornhautanomalie für die Leistungsfähigkeit des Auges liegt offenbar im grösseren oder kleineren Grade von Asymmetrie, welche hierdurch die Lichtbrechung im Auge erleidet. Dass eine solche Asymmetrie in abnorm hohen Graden vorkommt, lässt sich durch verschiedene Untersuchungsmethoden konstatiren. So kann oft die Refractionsbestimmung im directen ophthalmoscopischen Bilde, absichtlich durch verschiedene Theile der Pupille hindurch ausgeführt, Refractionsdifferenzen von mehreren Dioptrien ergeben. Weiter können gewisse Eigenthümlichkeiten des Schattenspieles bei der skiaskopischen Untersuchung (wenn z. B. der rothe Augengrundreflex beim Drehen des

Spiegels sich nicht in der gleichen Weise im oberen wie im unteren Pupillentheile verhält) nicht anders gedeutet werden. Und schliesslich kann durch Untersuchung mit einem leuchtenden Punkte nach dem Vorgange von TSCHERNING[1] und MÜLLER RÉE[2] in subjectiver Weise die Asymmetrie dargelegt werden.

Um die Bedeutung der asymmetrischen Lichtbrechung für das Auge vollkommen würdigen zu können, ist die Kenntniss von der Theorie der asymmetrischen Strahlenbündel, sei es der astigmatischen oder quasihomocentrischen, unumgänglich nothwendig. Da es aber zu weit führen würde, hier näher auf dieses Capitel einzugehen, muss ich mich damit begnügen, an die S. 46 ausgesprochenen Sätze zu erinnern, dass bei ausgesprochener Asymmetrie verschiedene Cylindercorrectionen den Astigmatismus ungefähr gleich gut ausgleichen, ohne dass dabei die Sehschärfe beträchtlich beeinflusst wird, und dass der Astigmatismus bei dieser Anomalie durch Veränderung der Pupillengrösse sowohl dem Grade nach als in Bezug auf die Richtung der Hauptmeridiane beeinflusst werden kann. Hinzufügen will ich nur, dass ein asymmetrisch astigmatisches Strahlenbündel der beiden gegen einander und gegen den Leitstrahl senkrechten Brennlinien entbehrt und eine bedeutend complicirter gebaute Brennstrecke hat als das reguläre astigmatische Strahlenbündel.

Durch diese Sätze sind die wichtigsten Gesetze derjenigen Anomalie in der Lichtbrechung des Auges gegeben, welche ich kurz und gut *Asymmetrie oder Decentratio* nenne.

Diese Anomalie gehört in das Gebiet der monochromatischen Aberrationen, welche doch endlich die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich zu ziehen scheinen. Bekanntlich ist die Abbildung eines Punktes durch ein optisches System im allgemeinen nicht ideal, das gebrochene Strahlenbündel somit nicht wirklich homocentrisch. Die entstehenden Fehler sind theils solche, welche durch die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen von verschiedener Wellenlänge entstehen, — chromatische Aberration, von welcher hier nicht die Rede ist — theils solche, welche auch mit einfarbigem Lichte vorkommen: monochromatische Aberrationen. Im ausgedehnten Sinne umfasst dieser Begriff also auch den *Astigmatismus*. Dieser stellt in der That eine solche Aberration erster Ordnung dar, und seine Gesetze werden durch die erste Approximation beim Studium der Strahlenbündel erhalten, so wie dies von STURM geschehen. Wird die Rechnung um eine Ordnung höher vollführt, ergeben sich die vollständigen Gesetze von Abweichungen, welche in Bezug auf den centralen Strahl nicht symmetrisch sind, Gesetze, die ich an anderer Stelle gegeben habe. Es scheint mir demnach berechtigt, für diese optische Eigenschaft einer brechenden Fläche, eines optischen Systemes oder eines Strahlenbündels den Namen *Asymmetrie* anzuwenden. Da aber diese Asymmetrie eines gebrochenen Strahlenbündels ebensowohl durch Decentration einer sphärischen Fläche eines optischen Systemes wie durch asymmetrischen Bau derselben entsteht, da ferner bis auf weiteres nicht zu entscheiden ist, ob bei der fraglichen Anomalie im menschlichen Auge das eine oder andere Moment in den Vordergrund

[1] Die monochromatischen Aberrationen des menschlichen Auges, Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane Bd. VI, S. 456.

[2] Undersøgelser af Øjet med et lysende punkt. Kjøbenhavn 1896.

tritt, gebrauche ich für diejènige Anomalie des menschlichen Auges, welche eine Asymmetrie des in diesem gebrochenen Strahlenbündels verursacht, auch den Namen Decentration, um so mehr, da der Begriff »cornée décentrée» schon von JAVAL in die Nomenclatur der klinischen Ophthalmometrie eingeführt worden ist. Durch die Vollführung der Rechnung um eine Stufe weiter, womit ich seit einiger Zeit beschäftigt bin, ergeben sich die Gesetze der Aberrationen, welche in Bezug auf den centralen Strahl symmetrisch sind, unter anderen diejenigen der in der Optik schon gekannten sogenannten sphärischen Aberration. Von diesen Aberrationen dritter Ordnung interessirt uns hier nur diejenige Form, bei welcher die Aberration in den beiden Hauptmeridianen von verschiedenem Werthe ist, sowie es bei der Brechung in einer Hornhaut der Fall sein muss, welche im vertikalen Meridiane eine stärkere Abflachung zeigt als im horizontalen. Für diese Anomalie gebrauche ich den Namen *astigmatische Aberration*. Dass sie ebenso wie die Asymmetrie, wenn auch nicht in gleichem Grade, eine Veränderung des Astigmatismus bei Variation der Pupillengrösse bewirkt, ist oben S. 45 erläutert worden.

Diese Klärung der Begriffe von den monochromatischen Aberrationen war für das Verständnis des Folgenden nothwendig.

Da, wie ich durch die photographisch dargelegten Untersuchungen gezeigt habe, eine Steigerung der schon normalerweise vorhandenen Asymmetrie der Hornhaut in Fällen von Asthenopie und Myopie vorkommt und dabei als pathologisch anzusehen ist, halte ich es für angezeigt, einige Worte über die *Asymmetrie oder Decentration als besondere Refractionsanomalie* zu sprechen.

Die geringeren Grade dieser Anomalie gehören ganz so ins Gebiet des Normalen, wie dies mit den geringeren Graden von Astigmatismus oder Hypermetropie der Fall ist. Wo die Grenze zwischen Normalem und Pathologischem gesetzt werden soll, kann natürlich nur empirisch bestimmt werden und muss a priori individuell sehr verschieden sein: was in einem Falle keine krankhaften Symptome verursacht, kann im anderen bei einer anderen Beschäftigung oder bei wegen herabgesetzten Allgemeinzustandes verringerter Ausdauer in der Arbeit schon von Bedeutung sein.

Was unter den normalen Formen zunächst die *horizontale Asymmetrie* mit compensirender Pupillenverschiebung betrifft, welche wahrscheinlich als eine Folge der Convergenz im Laufe der Zeit bei der Entwickelung des menschlichen Typus entstanden ist, so kann diese ebensowohl durch schiefe Incidenz in einem vollkommen centrirten Auge entstehen. Für diesen Fall lässt sich die Asymmetrie mit Anwendung des schematischen Auges berechnen und es ergiebt sich[1], dass die entstandenen Zerstreuungskreise auf der Netzhaut hierbei ohne Bedeutung für das Sehen sind. Zeigt sich aber bei der Untersuchung der Hornhaut die horizontale Asymmetrie ungewöhnlich stark ausgeprägt, oder ist — wie die Sache auch ausgedrückt werden kann — die Hornhautkuppel ungewöhnlich weit nach

[1] l. c.

aussen von der Gesichtslinie decentrirt, so kann natürlich bei weiter Pupille ein schädlicher Einfluss auf die Lichtbrechung im Auge entstehen, um so mehr, wenn die entsprechend compensirende Pupillendecentration fehlt. Derartige Fälle sind indess nicht häufig. Ich habe nur einen einzigen sicheren Fall gesehen, bei welchem aber die abnorm nahe dem Centrum beginnende rapide Abflachung nach innen durch die phothographische Ophthalmometrie gemessen wurde.

Die 20-jährige etwas anämische Augusta L., welche am $^{26}/_{9}$ 93 untersucht wurde, klagte über Symptome von accommodativer Asthenopie. Bei der Untersuchung zeigte sich beiderseits eine Hypermetropie von 1,0 Dioptrie mit voller Sehschärfe. Wurde die Untersuchung binocular vorgenommen, konnte + 1,50 ohne Herabsetzung der Sehschärfe ertragen werden. Keine latente Hypermetropie war vorhanden. Die Untersuchung der Hornhaut ergab beiderseits einen directen Astigmatismus von 1,50 mit genau horizontalem Hauptmeridiane, aber bei der subjectiven Untersuchung verschlechterten alle Cylindergläser die Sehschärfe. Da die Convergenzverhältnisse normal waren, konnte die Asthenopie nicht von der unbedeutenden Hypermetropie verursacht werden. Der grosse Unterschied zwischen cornealem und totalem Astigmatismus veranlasste mich dann zur näheren Untersuchung der Hornhaut, welche eine abnorm starke horizontale Asymmetrie erwies. Zufolge einer solchen muss beim Fehlen von Astigmatismus die Dilatation der Pupille einen solchen von directem Typus herbeiführen, wobei überdies das im Auge gebrochene astigmatische Strahlenbündel asymmetrisch sein muss. Wem der Begriff Asymmetrie nicht klar geworden, der kann sich die Sache so vorstellen, dass die Refraction in den übrigen Theilen der Pupille frei von Astigmatismus ist, im inneren Theile der dilatirten Pupille aber einen directen Astigmatismus aufweist. Es muss in einem solchen Auge bei Dilatation der Pupille eine abnorm hohe Verschlechterung des Sehvermögens entstehen und dadurch eine unbewusste Annäherung zur Arbeit verursacht werden, um besonders bei mangelnder Beleuchtung durch die kräftigere Accommodation die durch Verengung der Pupille sich ergebende Besserung der Sehschärfe zu erzielen: also eine angestrengte Naharbeit, welche bei schwächlichen Individuen hinreichend sein kann, um asthenopische Symptome zu verursachen. Um hier Abhilfe zu bringen, bleibt natürlich nichts übrig als den Astigmatismus des peripheren Pupillentheiles zu corrigiren, wobei allerdings eine Verschlechterung der Sehschärfe bei enger Pupille mit in Kauf genommen werden muss. In der That zeigte es sich schon beim ersten Versuche, dass die Patientin mit + 0,75 cyl., Achse vertikal, beiderseits bedeutend längere Zeit mit dem Lesen aushalten konnte als ohne diese Gläser, welche doch die Sehschärfe merklich verschlechterten. Die Gläser wurden zur Arbeit vorgeschrieben, und sie fand sich sehr gut mit ihnen ab. Am $^{24}/_{8}$ 94, als ich sie wieder sah, glaubte sie die Gläser ablegen zu können, da sie nunmehr ebenso gut ohne Gläser arbeitete. Es wurde eine tonisirende Behandlung eingeleitet, und sie erhielt als Übergang zur Arbeit ohne Gläser + 1,0 sphärisch, welche später weggelegt werden konnten. Natürlich wird bei eventuellem Wiederkehren der Asthenopie eine Wiederholung der Gläserbehandlung nöthig werden. Seit $^{30}/_{10}$ 94, zu welcher Zeit sie bedeutend gebessert war, habe ich nicht von ihr gehört.

Wie aus diesem Falle ersichtlich, ergiebt sich für die Behandlung der übermässigen horizontalen Asymmetrie, falls dieselbe überhaupt eine Behandlung erfordert, die Indication

der optischen Correction des peripheren nasalen Pupillentheiles oder, da die Refraction hier durch die Abflachung der Hornhaut im horizontalen Meridiane einen höheren Grad von directem bezw. einen niedrigeren Grad von inversem Astigmatismus aufweisen muss als im centralen Pupillentheile, die Indication einen vorhandenen directen Astigmatismus totalis zu übercorrigiren, einen inversen nicht vollständig zu corrigiren. Der Grad der Übercorrection wurde im obigen Falle zu 0,75 angesetzt, um den normalen Unterschied von 0,75 zwischen cornealem und totalem Astigmatismus wieder herzustellen.

Wenn nun diese übermässige horizontale Asymmetrie durch ihre Seltenheit von relativ geringer praktischer Bedeutung ist, so ist im Gegentheil *die vertikale Asymmetrie* sehr häufig und von grosser praktischer Bedeutung. Dass bei dieser Anomalie die mit meiner oben dargelegten Untersuchungsmethode gefundene Asymmetrie der Hornhaut eine wichtige Rolle spielt, liegt nach meiner Erfahrung ausser allem Zweifel. In welchem Grade aber eine Asymmetrie oder Decentration der Linse oder eine durch rapidere Abflachung im vertikalen Meridiane entstandene astigmatische Aberration (siehe oben!) mitspielt, das lässt sich bisher nicht entscheiden.

Wie schon hervorgehoben, muss diese Asymmetrie bewirken, dass ein directer Astigmatismus bei Erweiterung der Pupille vermindert, ein inverser aber vermehrt wird. Es erhellt hieraus, wie ungleich ihre Bedeutung sein muss, je nach der Art eines vorhandenen Astigmatismus. Bei einem geringen Astigmatismus totalis von directem Typus ist sie geradezu von Vortheil für das Sehen ohne Gläser, weil der Astigmatismus in einem Theile der Pupille vermindert wird. Auch kann es nicht bedeutungslos sein, dass der Astigmatismus bei Verengung der Pupille, also auch bei der Naharbeit, wächst, wodurch in gewisser Beziehung eine Hemmung gegen übermässige Annäherung der Augen zur Arbeit gegeben sein kann.

Anders liegt die Sache, wenn kein directer Astigmatismus totalis, oder wenn sogar ein solcher von inversem Typus vorhanden ist. Hier entsteht bei Erweiterung der Pupille ein inverser Astigmatismus bezw. vergrössert sich der vorhandene, hier giebt die Contraction der Pupille eine übermässige Verbesserung der optischen Bilder auf der Netzhaut, und so entsteht leicht eine Gewohnheit den Gegenstand so nahe als möglich zu fixiren, um scharf zu sehen. Übermässige Annäherung zur Arbeit — im kindlichen Alter sicherlich nicht ohne Bedeutung für die Entstehung der Myopie — und accommodative Asthenopie sind die gewöhnlichen Folgen. Bei der Untersuchung wird gewöhnlich Myopie vorgetäuscht, weil die Verengung der Pupille eine Verbesserung der Sehschärfe giebt, und die Kranken werden von weniger geübten Untersuchern als Myopen mit Concavgläsern oder, falls Myopie vorhanden, mit zu starken Gläsern behandelt, während die geübteren den Fall als Accommodationskrampf bezeichnen. Es ist offenbar, dass hier nur eine vollständige Correction des Astigmatismus totalis, wie er beim Sehen in die Ferne gefunden wird, Abhilfe schaffen kann. Dieser Umstand ist es, der es bedingt, dass die Correction auch geringerer Grade von inversem Astigmatismus so überaus dankbar ist, während entsprechende Grade von directem Typus oft keine Correction erheischen. Nun bedingt aber eben die Asymmetrie in den ausgeprägten Fällen eine ungewöhnliche Schwierigkeit diesen Astigmatismus zu entdecken und richtig zu bestimmen. Einestheils existirt nämlich keine hintere horizontale Brennlinie, sondern nur ein hinterer, in vertikaler Richtung relativ

dünnster Querschnitt, während die vordere Brennlinie schief steht, und anderentheils können verschiedene Cylindergläser den Astigmatismus ungefähr gleich gut corrigiren. Wenn man nicht von vornherein darauf gefasst ist, wird also in diesen Fällen der vorhandene inverse Astigmatismus nicht entdeckt: diese vertikale Asymmetrie mit inversem Astigmatismus ist so zu sagen als *latenter As.* zu bezeichnen. Nach richtiger Correction pflegt die Sehschärfe im Allgemeinen nicht herabgesetzt zu sein; sie kann sogar grösser als 1,0 sein. Bemerkenswerth ist, dass diese Correction gewöhnlich in abnorm hohem Grade vom Masse des Cornealastigmatismus abweicht, so dass oft von der auffälligen Incongruenz dieser beiden Masse der Rückschluss auf eine vertikale Asymmetrie gemacht werden kann. Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass ich den Cornealastigmatismus nicht mit dem gewöhnlichen Ophthalmometer, sondern mit eigenem Instrumente durch die Dénivellation bestimme, und dass die Resultate dieser beiden Messungsmethoden, welche bei regelmässigen Hornhäuten gleichwerthig sind, sehr wohl bei vorhandener Asymmetrie differiren können. Nach meinen Untersuchungen darf ich also nicht ohne weiteres behaupten, dass die gleiche Differenz zwischen cornealem und totalem Astigmatismus in Fällen von Asymmetrie bei Anwendung des gewöhnlichen Ophthalmometers gefunden werden wird.

Betrifft diese Incongruenz nicht nur den Grad des Astigmatismus, sondern auch die Richtung der Hauptmeridiane, so kann auf eine *schiefe Asymmetrie* geschlossen werden. Das im Auge gebrochene Strahlenbündel acquirirt dann die Eigenschaften der von mir beschriebenen dritten Form, welche für das scharfe Sehen am wenigsten geeignet ist, und die Sehschärfe wird nach erfolgter Correction öfter als bei der vertikalen Asymmetrie kleiner als 1,0 gefunden. Überhaupt kann auf schiefe Asymmetrie geschlossen werden, so bald die Hauptmeridiane, sei es des totalen, sei es des cornealen Astigmatismus in erheblichem Grade von der Längsrichtung der Augenspringe abweichen, oder sobald die durch die Dénivellation im Ophthalmometer gefundenen Hauptmeridiane nicht senkrecht gegen einander stehen. (Sit venia verbo! Die Hauptmeridiane stehen senkrecht auf einander im Flächenelemente. Da aber ein grösserer Theil der Fläche zur Messung angewendet wird, kann bei vorhandener schiefer Asymmetrie die Dénivellation einen anderen Winkel angeben.) Die grösste Bedeutung dieser schiefen Asymmetrie liegt, wie dies ebenso von der vertikalen gesagt werden kann, in der erschwerten Entdeckung, in der *Latenz* des etwa vorhandenen Astigmatismus, welche von dem Fehlen der einen bezw. beider Brennlinien im gebrochenen Strahlenbündel herrührt. Durch diese Formen des gebrochenen Strahlenbündels wird ungezwungen die Herabsetzung der Sehschärfe nach erfolgter Correction, die sog. Amblyopie bei Astigmatismus, erklärt, sowie auch, wenn die eine Brennlinie vorhanden, die sog. astigmatische Amblyopie, bei welcher die Sehschärfe, durch den kleinsten Gesichtswinkel in der Richtung der beiden Hauptmeridiane gemessen, verschieden ausfällt.

Durch einen methodischen Vorgang bei der subjectiven Untersuchung mit der Dondersschen Methode ist aber auch der latente Astigmatismus sicher zu entlarven, und zwar muss immer danach gefahndet werden, sobald asthenopische Symptome vorhanden sind, oder die auf gewöhnliche Weise gefundene Correction nicht volle Sehschärfe giebt. Da die Untersuchung beabsichtigt, diejenige Correction zu erhalten, welche der in Accomodationsruhe bei gewöhnlicher Zimmerbeleuchtung mässig erweiterten Pupille entspricht,

darf zunächst das Untersuchungszimmer nicht übermässig hell, wenigstens nicht direct der Sonne ausgesetzt sein, und an derjenigen Wand, wo die Probetafel aufgehängt ist, darf kein Fenster vorhanden sein. Dagegen wird es im allgemeinen nöthig sein, die Tabelle künstlich zu beleuchten, was am einfachsten mit einem Auerbrenner und Concavspiegel in befriedigender Weise geschieht. Weiter ist es wünschenswerth, dass die Tafel so viele Gradationen als möglich aufweist. In dieser Hinsicht sind die Tabellen, welche auf Monoyers Principien beruhen, und in welchen das Grössenverhältniss der Buchstaben in den letzten zwei Reihen 9 : 10 ist, besser als die Snellenschen, wo dasselbe Verhältniss 6 : 8 beträgt. Nachdem bei solcher Beleuchtung und mit Anwendung einer solchen Tabelle die vorbereitende Untersuchung des einen Auges mit sphärischen Gläsern unter Verdeckung des anderen erfolgt ist, somit das schwächste Concav- resp. das stärkste Convexglas gefunden worden, welches die bisher maximale Sehschärfe giebt, schreitet man zur Untersuchung auf Astigmatismus. Wenn man nun in gewöhnlicher Weise die Sterntafel nach Einsetzung des gefundenen sphärischen Glases im Probegestelle anwendet, wird man ganz sicher sein, in den meisten Fällen von Astigmatismus mit Asymmetrie die Antwort zu erhalten: alle Linien seien gleich scharf. Nur die aller regelmässigsten Fälle von Astigmatismus, wo das im Auge gebrochene Strahlenbündel wirklich zwei scharfe Brennlinien aufzuweisen hat, werden bei dieser Untersuchung entdeckt. Das asymmetrische Strahlenbündel ist anders gebaut und giebt erst bei Anwendung eines stärkeren Convex- bezw. schwächeren Concavglases solche Querschnitte auf die Netzhaut, dass ein Unterschied der Linien wahrgenommen wird. Hierbei kann sich aber wegen des complicirten Baus der Brennstrecke besonders bei grosser Asymmetrie und geringem Astigmatismus von mehreren Linien die eine nach der anderen als Hauptmeridian darstellen. Erst wenn die ganze Brennstrecke vor der Netzhaut liegt, wird der Hauptmeridian richtig gefunden. Hierbei ist aber die Herabsetzung der Sehschärfe bedeutend; oft beträgt sie nur die Hälfte von der mit sphärischen Gläsern gefundenen maximalen. Um den Astigmatismus bei vorhandener Asymmetrie zu entdecken, gilt also als erste Regel, die Prüfung mit der Sterntafel unter Anwendung desjenigen Glases vorzunehmen, welches soviel stärker resp. schwächer ist als das bei der vorbereitenden Untersuchung mit sphärischen Gläsern gefundene corrigirende Convex- resp. Concavglas, dass die Sehschärfe damit auf ungefähr die Hälfte der als maximal gefundenen, oder allenfalls in bedeutendem Grade, herabgesetzt wird. Bei genügend kritischer Handhabung seitens des Arztes und hinreichender Intelligenz seitens des Patienten kann die Regel auch so aufgestellt werden: Die Prüfung auf der Sternfigur geschieht unter Anwendung des stärksten Convex- resp. schwächsten Concavglases, welches überhaupt eine Linie der Figur zu sehen gestattet. Diese Linie ist dem Meridiane stärkster Krümmung parallel, nähert sich somit bei vertikaler Asymmetrie gewöhnlich der horizontalen.

Um den Grad des Astigmatismus zu finden, wird gewöhnlich vorgeschrieben, dasjenige Cylinderglas aufzusuchen, welches alle Linien der Sternfigur gleich scharf macht. Diese Procedur ist aber bei vorhandener Asymmetrie oft vollkommen unanwendbar, immer unsicher. In den meisten Fällen giebt es kein Cylinderglas, welches zusammen mit dem für die Prüfung auf die Sternfigur angewendeten sphärischen Glase die Linien vollkommen gleich erscheinen lässt, und andererseits kann diese Gleichheit durch Veränderung der sphärischen Correction allein erhalten werden. Nur die Controle, welche die gleichzeitige

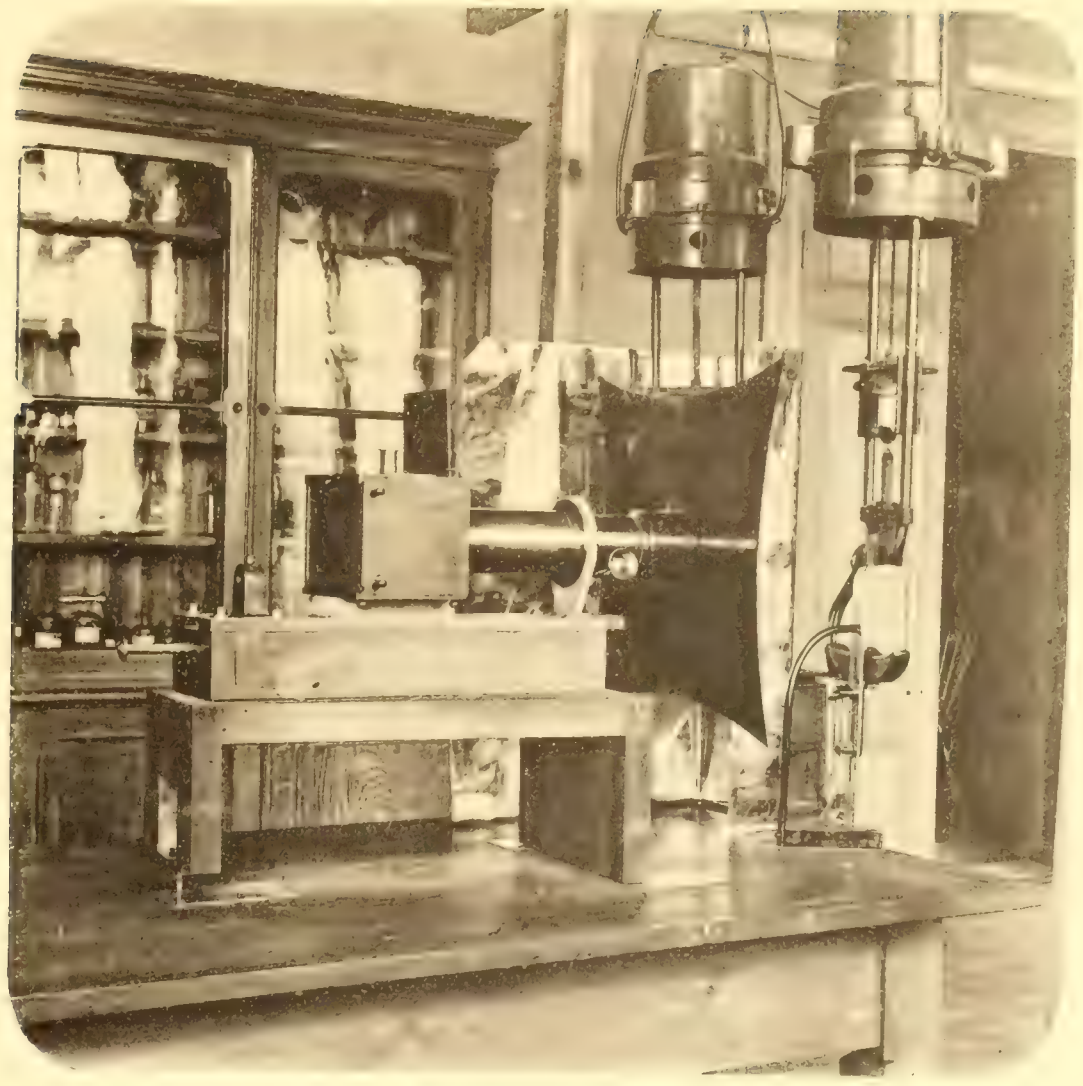
Messung der Sehschärfe darbietet, gestattet es, die richtige Cylindercorrection zu finden. Man setzt also die vorläufig gefundene sphärische Correction wieder ein und sucht dasjenige Concavcylinderglas auf, welches mit der Achse senkrecht gegen die gefundene Linie die beste Sehschärfe giebt. Die sich ergebende Latitude dieser besten Cylindercorrection ist im allgemeinen bei hinreichend feinen Probebuchstaben, hinreichend kleinen Intervallen ihrer Grösse und hinreichender Umwechselung von Tabellen nicht grösser als 0,50 D. Nachdem die Cylindercorrection gefunden, wird diese eingesetzt und die Untersuchung mit sphärischen Gläsern wiederholt, wobei gewöhnlich sogenannter Accommodationskrampf und in den meisten Fällen auch latente Hypermetropie mit einem Schlage nachgiebt. In solchen Fällen kann es nöthig werden, unter Anwendung des jetzt gefundenen sphärischen Glases wieder die Aussuchung des besten Concavcylinderglases vorzunehmen. Die ganze Untersuchung ist bei vorhandener Asymmetrie bedeutend schwerer als sonst, aber nachdem das richtige Glas für jedes Auge schliesslich gefunden, wird der Mühe reichlicher Lohn zu Theil. Dass bei dieser Untersuchung das Vorkommen von inversem Astigmatismus nicht sparsam ist, beweist der Umstand, dass von den 100 letzten Augen, denen ich in meiner privaten Sprechstunde (vom $^{25}/_{1}$ bis $^{29}/_{5}$ 96) combinirte oder einfache Cylindergläser vorschrieb, nicht weniger als 53 den inversen Typus darboten (stärkst brechender Meridian zwischen 150° und 30°).

Dass die Correction des latenten Astigmatismus nicht nur zwecks Verbesserung der Sehschärfe geschehen muss, sondern auch in vielen Fällen, um direct der accommodativen Asthenopie oder der übermässigen Annäherung der Augen zur Arbeit entgegenzuwirken, ist aus dem oben Gesagten einleuchtend. Wenn Gläser aus anderer Ursache getragen werden, ist selbstverständlich die combinirte Cylindercorrection indicirt, bei inversem latenten Astigmatismus auch, wenn sie nur 0,50 D. beträgt. Schwieriger ist die Frage, ob in anderen Fällen Gläser vorzuschreiben sind oder nicht. Auf die individuellen Umstände einzugehen, welche dabei bestimmend sind, kann hier nicht der Ort sein. So viel will ich nur sagen, dass ich eine vorhandene vertikale Asymmetrie als eine Indication mehr zur Correction des inversen Astigmatismus ansehe. Eine solche Indication giebt nach meiner Erfahrung auch die abnorm hohe Differenz zwischen cornealem und totalem Astigmatismus, welche sowohl bei cornealer Asymmetrie vorkommt als auch ohne diese, wahrscheinlich auf astigmatischer Aberration beruhend, wodurch ähnliche optische Verhältnisse zwischen Astigmatismus und Pupillengrösse entstehen können wie durch die Asymmetrie. Wenn uns der corneale Astigmatismus also nicht den Grad oder auch nur die Richtung der Hauptmeridiane des totalen Astigmatismus giebt, so ist seine Messung doch für die Beurtheilung der optischen Verhältnisse des Auges durch den Vergleich mit dem totalen Astigmatismus von der allergrössten Bedeutung.

Für den latenten Astigmatismus, dessen klinisches Bild ich eben in groben Umrissen skizzirt habe, hoffe ich, dass die Untersuchung der Hornhautasymmetrie eine klinische Bedeutung erwerben wird. Zwar gilt für diese Untersuchung dieselbe Restriction als für

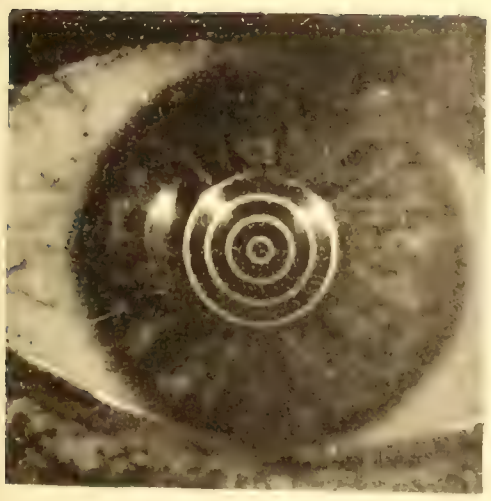
die Messung des Cornealastigmatismus: wir dürfen nicht direct vom Bau der Hornhaut auf die Totalrefraction des Auges schliessen, aber die eine Untersuchung wie die andere giebt uns eine Leitung für die Beurtheilung wichtiger optischer Verhältnisse des Auges, welche für die zu erfolgende Correction von grosser Bedeutung sind.

1



2

3

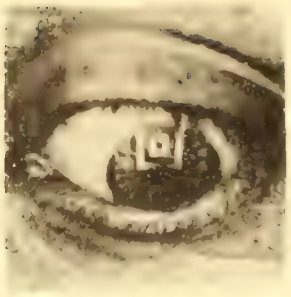


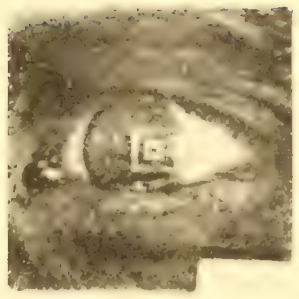
4

Gullstrand Phot

Ljustr. Gen Stab. Lit. Anst.

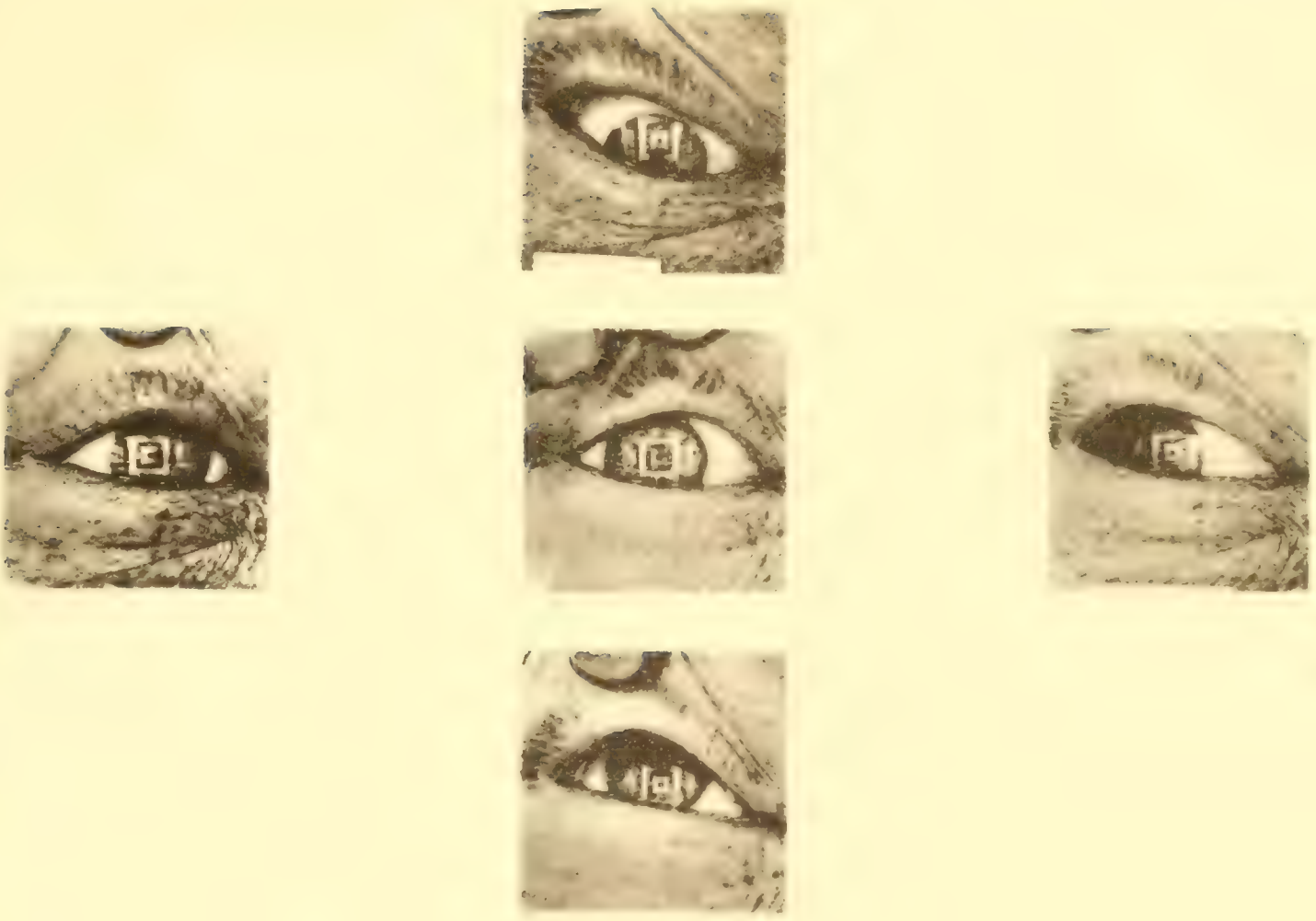
1



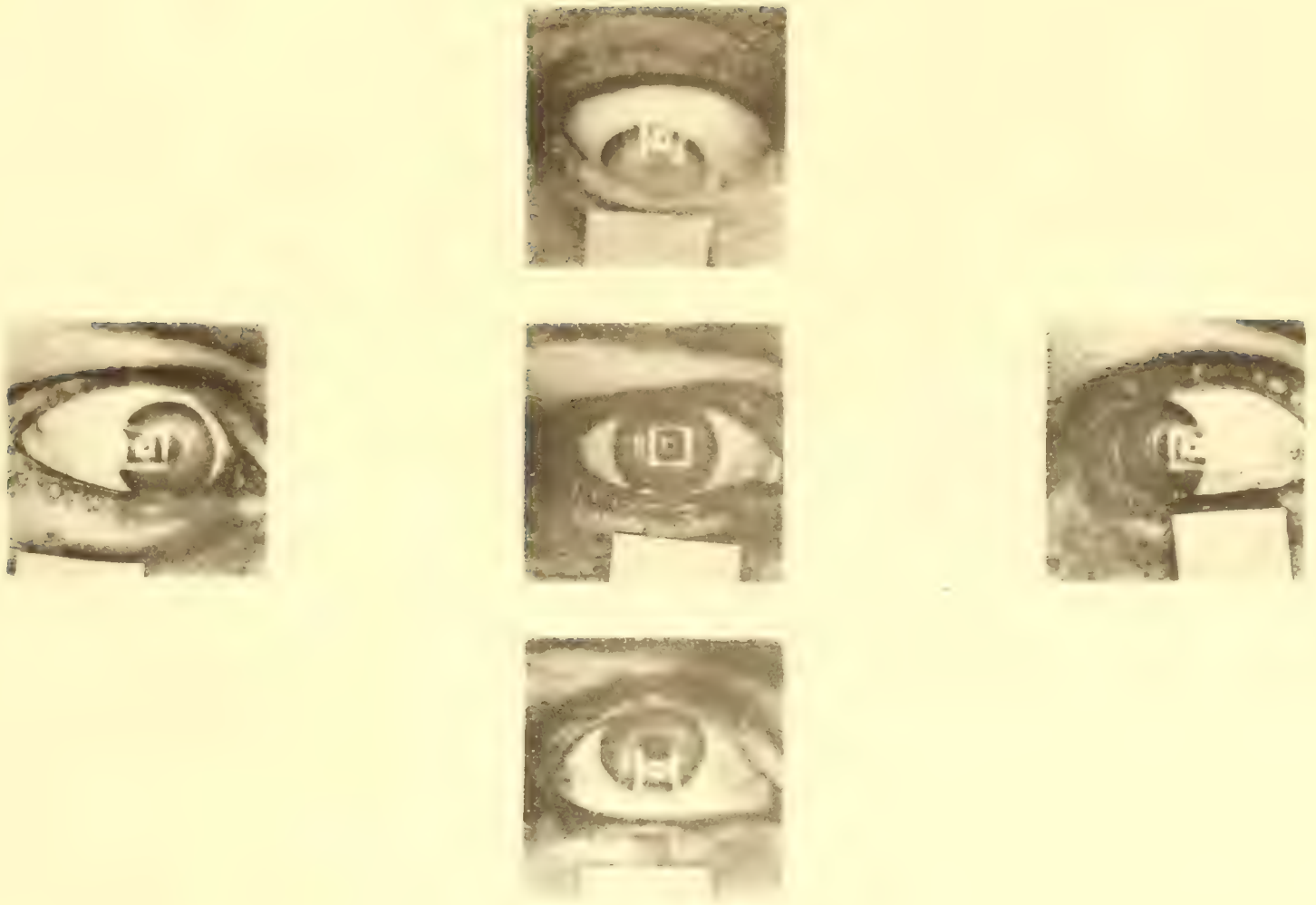


2

1.



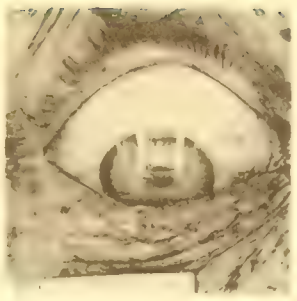
2.

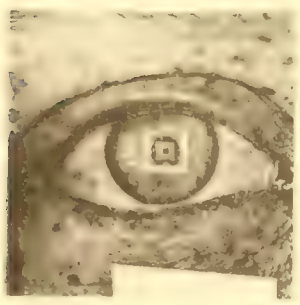


Gullstrand Phot

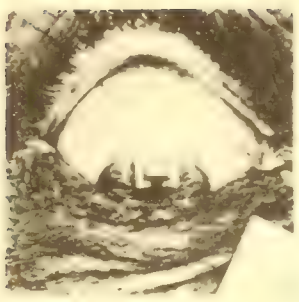
Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst.

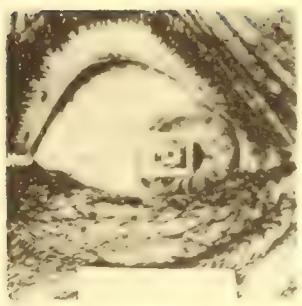
1.

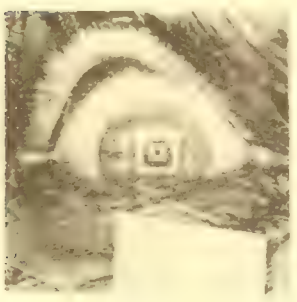


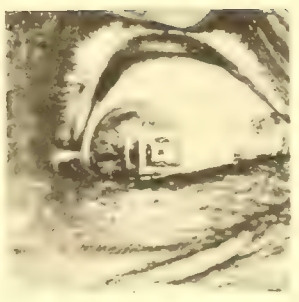


2.



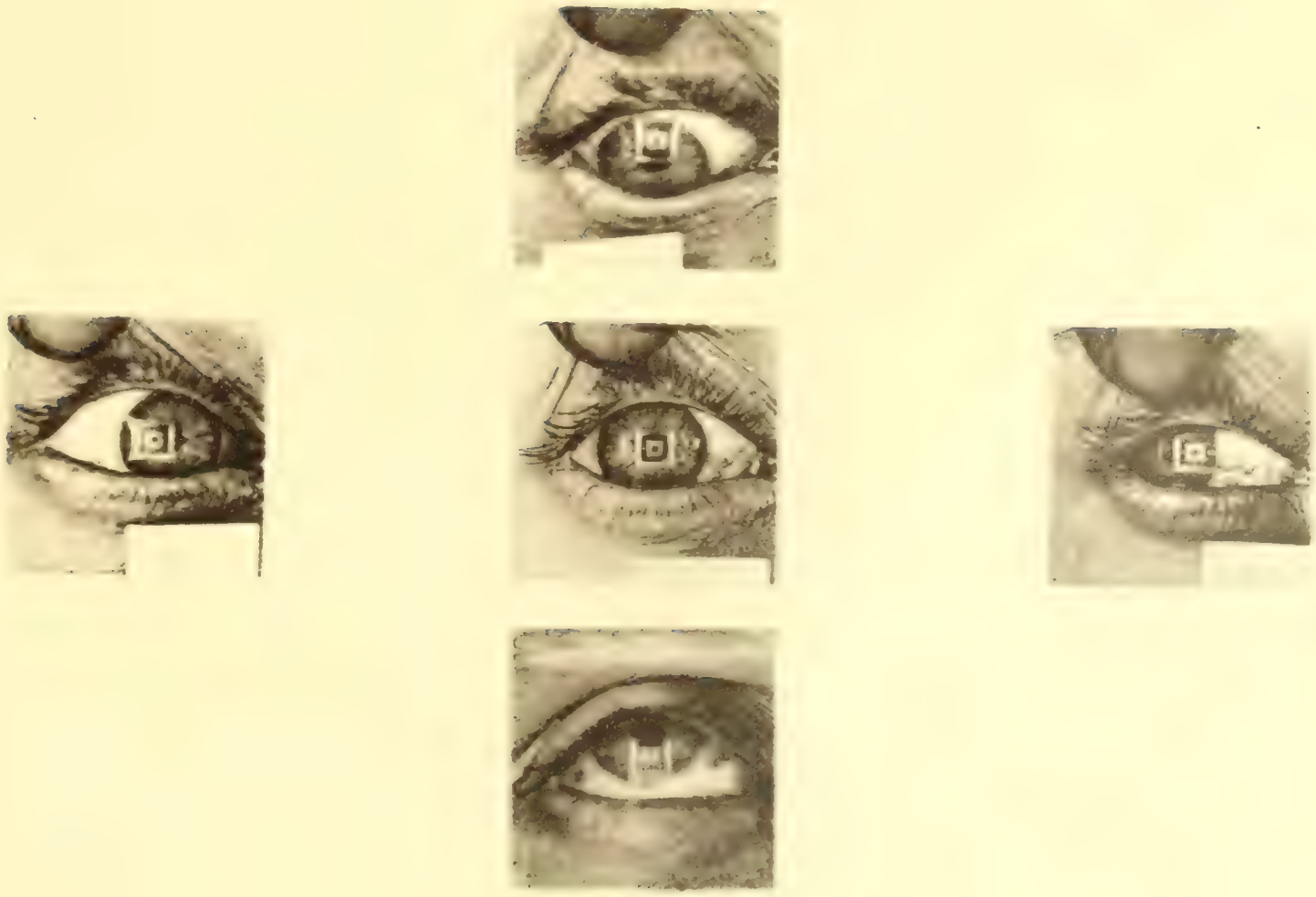






1.

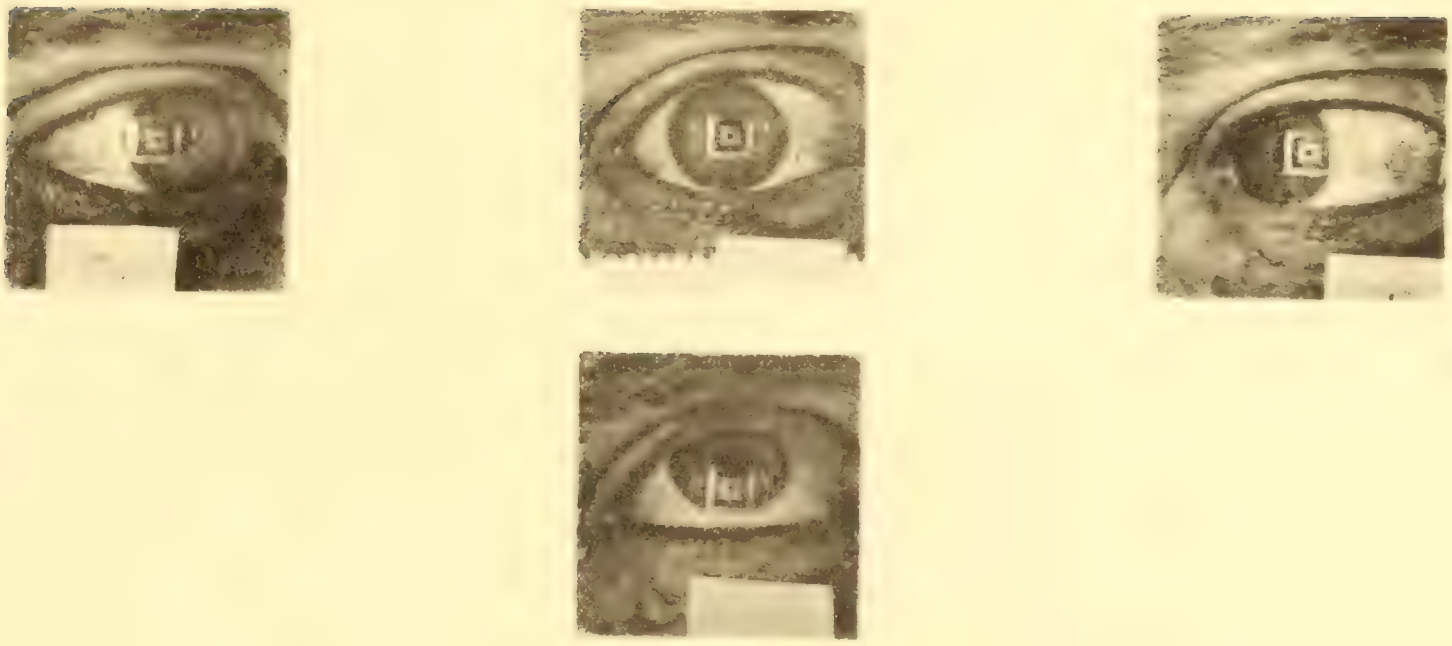
2.



Gullstrand Phot

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst

1.



2.

Gullstrand Phot.

Ljustr. Gen. Stab. Lit. Anst.

Gullstrand Phot

Lwasa Imp. Stockholm

3 2044 106 295 660

Date Due

MAY 28 1968

FEB 1970